

TOEGEPASTE GEOLOGIE EN HYDROGEOLOGIE

**INVENTARISATIE EN KARAKTERISERING VAN DE BODEM-  
EN GRONDWATERVERONTREINIGING OP DE  
BEDRIJFSTERREINEN VAN VFT N.V. TE ZELZATE**

**TEKST**

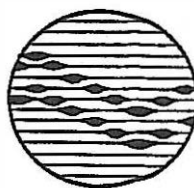
94/32



UNIVERSITEIT GENT

Laboratorium  
voor  
Toegepaste Geologie  
en  
Hydrogeologie

**INVENTARISATIE EN  
KARAKTERISERING VAN DE  
BODEM- EN GRONDWATER-  
VERONTREINIGING OP DE  
BEDRIJFSTERREINEN VAN  
VFT N.V. TE ZELZATE**



Geologisch Instituut  
Krijgslaan 281, S8  
B-9000 Gent

tel. 09/264 46 47  
fax 09/264 49 88

**Opdrachtgever  
N.V. Vft**

**Leiding: Prof. Dr. W. De Breuck**

**Studie en verslag: Lic. Y. Vermoortel  
Lic. M. Mahauden  
Lic. M. Van Camp**

**Projectnummer: TGO 94/32**

**Datum: juni 1996**



## INHOUD

|   |     |
|---|-----|
| <b>1 INLEIDING</b> .....  | 1   |
| <b>2 BEDRIJFSKENMERKEN</b> .....  | 3   |
| 2.1 Algemene bedrijfskenmerken .....  | 3   |
| 2.2 Omgevingskenmerken .....  | 3   |
| 2.3 Vergunde VLAREM-rubrieken .....   | 4   |
| <b>3 VROEGER UITGEVOERD ONDERZOEK</b> .....                                 | 10  |
| <b>4 TERREIN- EN LABORATORIUMONDERZOEK</b> .....                            | 12  |
| <b>5 HISTORISCHE BODEMVERONTREINIGING</b> .....                             | 18  |
| <b>6 HYDROGEOLOGISCHE BOUW</b> .....  | 23  |
| 6.1 Beschikbare informatie .....  | 23  |
| 6.2 Lagenopbouw .....   | 31  |
| 6.3 Hydrogeologische bouw .....   | 36  |
| <b>7 GRONDWATERSTANDEN EN GRONDWATERSTROMING</b> .....                      | 37  |
| 7.1 Grondwaterstanden .....   | 37  |
| 7.2 Grondwaterstromingspatroon .....  | 43  |
| <b>8 BODEMKWALITEIT</b> .....   | 50  |
| 8.1 Onderzoek BMI van 16-17-18-19/11/1993 .....                             | 66  |
| 8.2 Onderzoek LTGH van 1995 .....   | 76  |
| <b>9 GRONDWATERKWALITEIT</b> .....  | 101 |
| 9.1 NAPL's .....  | 101 |
| 9.1.1 LNAPL's .....   | 106 |
| 9.1.2 DNAPL's .....   | 106 |
| 9.2 Beschikbare informatie .....  | 108 |
| 9.2.1 Onderzoeksresultaten n.v. Vft van 1991-1993 .....                     | 109 |
| 9.2.2 Onderzoeksresultaten van n.v. Vft van 1994 .....                      | 111 |
| 9.2.3 Analyseresultaten grondwateronderzoek BMI 1994 .....                  | 114 |
| 9.2.4 Grondwateronderzoek LTGH 1995-1996 .....                              | 118 |
| 9.2.4.1 Analyseresultaten .....   | 118 |
| 9.2.4.2 Verontreiniging in KZ1 .....  | 123 |
| 9.2.4.3 Verontreiniging in KZ2 en aangevulde gronden .....                  | 131 |
| 9.3 Synthese grondwaterverontreiniging .....                                | 135 |
| 9.3.1 Diepe watervoerende laag (KZ1 + s3) .....                             | 135 |
| 9.3.2 Ondiepe watervoerende laag (KZ2 + aangevulde gronden) .....           | 136 |
| <b>10 DRIJF- EN ZINKLAGEN</b> .....   | 137 |
| 10.1 Uitbreiding van de drijfslagzone .....                                 | 137 |
| 10.2 Samenstelling .....  | 138 |
| 10.3 Verband tussen drijfslagdikte in de peilbuis en in het reservoir ..... | 140 |
| <b>11 ERNST VAN DE BODEM- EN GRONDWATERVERONTREINIGING</b> .....            | 147 |
| <b>12 SAMENVATTING EN BESLUIT</b> .....                                     | 150 |

## BIJLAGEN

## LIJST VAN FIGUREN

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Figuur 2.1  | Uittreksel topografische kaart   | 5  |
| Figuur 2.2  | Uittreksel kadastraal plan   | 6  |
| Figuur 2.3  | Uittreksel kadastrale legger   | 7  |
| Figuur 2.4  | Uittreksel orthofotoplan   | 8  |
| Figuur 2.5  | uittreksel gewestplan "GENTSE EN KANAALZONE"   | 9  |
| Figuur 4.1  | Ligging peilbuizen   | 15 |
| Figuur 4.2  | Boorplaatsen   | 16 |
| Figuur 4.3  | Fasering diepe spoelboringen   | 17 |
| Figuur 5.1  | Historische bodemverontreinigende activiteiten   | 19 |
| Figuur 5.2a | Bedrijfsactiviteiten - periode voor 1950   | 20 |
| Figuur 5.2b | Bedrijfsactiviteiten - anno 1964   | 20 |
| Figuur 5.3  | Bedrijfsactiviteiten - toestand 1955   | 21 |
| Figuur 5.4  | Bedrijfsactiviteiten - toestand 1955   | 22 |
| Figuur 6.1  | Lithologische kontakvlakken (TINS) afgeleid uit de boringen door middel van triangulatie | 25 |
| Figuur 6.2  | Isohypsenskaart van de top van de eenheid a3   | 26 |
| Figuur 6.3  | isohypsenskaart van de top van de eenheid s3   | 27 |
| Figuur 6.4  | Isohypsenskaart van de top van de eenheid KZ1  | 28 |
| Figuur 6.5  | isohypsenskaart van de top van de eenheid KL   | 29 |
| Figuur 6.6  | Isohypsenskaart van het maaiveld   | 30 |
| Figuur 6.7  | Lithostratigrafische bouw van het bedrijfsterrein  | 34 |
| Figuur 6.8  | Geologische bouw ter hoogte van het bedrijfsterrein en de ruime omgeving                 | 35 |
| Figuur 7.1  | Grondwaterstanden diepe watervoerende laag (SB..F1-putten)                               | 40 |
| Figuur 7.2  | Grondwaterstanden ondiepe watervoerende laag (SB..F2-putten)                             | 41 |
| Figuur 7.3  | Grondwaterstanden ondiepe watervoerende laag (D-putten)                                  | 42 |
| Figuur 7.4  | Grondwaterstroming inde diepe (F1) en ondiepe (F2) watervoerende laag (februari 1995)    | 45 |
| Figuur 7.5  | Grondwaterstroming inde diepe (F1) en ondiepe (F2) watervoerende laag (augustus 1995)    | 46 |
| Figuur 7.6  | Grondwaterstroming inde diepe (F1) en ondiepe (F2) watervoerende laag (februari 1996)    | 47 |
| Figuur 7.7  | Grondwaterstroming inde diepe (F1) en ondiepe (F2) watervoerende laag (maart 1996)       | 48 |
| Figuur 7.8  | Stijghoogteverschil tussen de diepe en de ondiepe peilbuis; verticale grondwaterstroming | 49 |
| Figuur 8.1  | Overzichtsplan van de bodemonsternameplaatsen (LTGH en BMI bodemstalen)                  | 52 |
| Figuur 8.2  | Bodemverontreiniging door benzeen  | 53 |
| Figuur 8.3  | Bodemverontreiniging door tolueen  | 54 |
| Figuur 8.4  | Bodemverontreiniging door ethylbenzeen   | 55 |
| Figuur 8.5  | Bodemverontreiniging door xylenen  | 56 |
| Figuur 8.6  | Bodemverontreiniging door styreen  | 57 |
| Figuur 8.7  | Bodemverontreiniging door naftaleen  | 58 |
| Figuur 8.8  | Bodemverontreiniging door benzo(a)pyreen   | 59 |
| Figuur 8.9  | Bodemverontreiniging door fenantreen   | 60 |
| Figuur 8.10 | Bodemverontreiniging door fluoranteen  | 61 |



|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Figuur 8.11  | Bodemverontreiniging door benzo(a)antracene  | 62  |
| Figuur 8.12  | Bodemverontreiniging door chryseen   | 63  |
| Figuur 8.13  | Bodemverontreiniging door benzo(b)fluoranteen  | 64  |
| Figuur 8.14  | Bodemverontreiniging door benzo(k)fluoranteen  | 65  |
| Figuur 8.15  | BETX(S)-verdeling voor de monsternamplaatsen waar de saneringsnorm door één of meerdere componenten is overschreden                    | 82  |
| Figuur 8.16  | Benzeen, ethylbenzeen en toluen in de bodem van het bedrijfsterrein  | 83  |
| Figuur 8.17  | Xylenen en styreen in de bodem van het bedrijfsterrein   | 84  |
| Figuur 8.18  | Verhouding van de 16 PAK's in het bodemstaal   | 87  |
| Figuur 8.19  | PAK's in bodemstalen LTGH  | 88  |
| Figuur 8.20  | PAK's in bodemstalen LTGH  | 89  |
| Figuur 8.20b | PAK's in bodemstalen LTGH  | 90  |
| Figuur 8.21  | Naftaleen, fenantreen en fluoranteen in de bodem van het bedrijfsterrein   | 93  |
| Figuur 8.22  | Benzo(a)pyreen, benzo(a)antracene en chryseen in de bodem van het bedrijfsterrein  | 94  |
| Figuur 8.23  | Acenaftyleen, acenafteen en fluoreen in de bodem van het bedrijfsterrein   | 95  |
| Figuur 8.24  | Antracene, pyreen en dibenzo(a,h)antracene in de bodem van het bedrijfsterrein   | 96  |
| Figuur 8.25  | Benzo(b)fluoranteen en benzo(k)fluoranteen in de bodem van het bedrijfsterrein   | 97  |
| Figuur 8.26  | Som van de PAK's (16 PAK's) in de bodem van het bedrijfsterrein  | 98  |
| Figuur 8.27  | Fenolen (fenolindex) in de bodem van het bedrijfsterrein   | 100 |
| Figuur 9.1   | Verspreiding van een LNAPL lek in het grondwaterreservoir  | 104 |
| Figuur 9.2   | Verspreiding van een DNAPL lek in het grondwaterreservoir  | 105 |
| Figuur 9.3   | vergelijking tussen de dikte van een drijfslag in het grondwaterreservoir en de dikte in de peilbuis                                   | 107 |
| Figuur 9.4   | Fenolconcentratie in het grondwater van de diepe watervoerende laag  | 125 |
| Figuur 9.5   | Benzeen, ethylbenzeen, toluen, styreen en xyleenconcentratie in het grondwater van de diepe watervoerende laag                         | 126 |
| Figuur 9.6   | Naftaleen en benzo(a)pyreen in het grondwater van de diepe watervoerende laag  | 128 |
| Figuur 9.7   | Fenantreen en fluoranteen in het grondwater van de diepe watervoerende laag  | 129 |
| Figuur 9.8   | Benzo(a)antracene, chryseen, benzo(b)fluoranteen en benzo(k)fluoranteen in het grondwater van de diepe watervoerende laag              | 130 |
| Figuur 9.9   | Benzeen in het grondwater van de ondiepe watervoerende laag (SB-putten)  | 133 |
| Figuur 10.1  | verband tussen drijfslagdikte in de peilbuis en in het reservoir (reductiefactor) - invloed bodemtype en drijfslagdikte in de peilbuis | 142 |
| Figuur 10.2  | Uitbreiding van de drijfslagzone   | 143 |
| Figuur 10.3  | Water, lucht en LNAPL verzadiging in functie van de diepte ter hoogte van D23  | 144 |
| Figuur 10.4  | Water, lucht en LNAPL verzadiging in functie van de diepte ter hoogte van D24  | 145 |
| Figuur 10.5  | water, lucht en LNAPL verzadiging in functie van de diepte ter hoogte van D25  | 146 |

## LIJST VAN TABELLEN

|               |  |     |
|---------------|--|-----|
| Tabel 5.1     | Bodem verontreinigende activiteiten (historisch) .....                                       | 18  |
| Tabel 6.1     | Lithologische grensvlakken .....   | 23  |
| Tabel 6.2     | Synthesetabel lithologische eenheden .....   | 33  |
| Tabel 6.3     | Inschatting hydraulische parameters (pompproeven) .....                                      | 36  |
| Tabel 7.1     | Grondwaterstandsmetingen SB-putten .....   | 38  |
| Tabel 7.2     | Grondwaterstandsmetingen D-putten .....  | 39  |
| Tabel 8.1     | Achtergrondwaarde en saneringsnorm van het vaste deel van de aarde volgens het VLAREBO ..... | 51  |
| Tabel 8.2     | Gegevens bodemstalen BMI .....   | 67  |
| Tabel 8.3     | Synthese van de belangrijkste parameters voor de BMI bodemstalen .....                       | 68  |
| Tabel 8.4     | BTX-en en PAK's in de BMI bodemstalen (boorplaatsen 1-6) .....                               | 69  |
| Tabel 8.4bis  | BTX-en en PAK's in de BMI bodemstalen (boorplaatsen 7-12) .....                              | 70  |
| Tabel 8.4tris | BTX-en en PAK's in de BMI bodemstalen (boorplaatsen 13-15) .....                             | 71  |
| Tabel 8.5     | Achtergrondwaarden en saneringsnorm voor zware metalen volgens het VLA-REBO .....            | 73  |
| Tabel 8.6     | VROM-bodemnormen voor enkele zware metalen .....   | 73  |
| Tabel 8.7     | Zware metalen in de BMI bodemstalen .....  | 75  |
| Tabel 8.8     | Gegevens bodemstalen LTGH .....  | 76  |
| Tabel 8.9     | BETX(S) en PAK's in de LTGH bodemstalen (stalen D1-D9) .....                                 | 78  |
| Tabel 8.9bis  | BETX(S) en PAK's in de LTGH bodemstalen (stalen D10-D18) .....                               | 79  |
| Tabel 8.9tris | BETX(S) en PAK's in de LTGH bodemstalen (stalen D19-D21) .....                               | 80  |
| Tabel 8.10    | Som van de 16 meest voorkomende PAK's .....  | 92  |
| Tabel 8.11    | Door fenol verontreinigde plaatsen .....   | 99  |
| Tabel 9.1     | Kenmerken van de onderzochte BTEX(S) en PAK's .....  | 102 |
| Tabel 9.2     | Relatieve partitionering van petroleumverbindingen .....                                     | 103 |
| Tabel 9.3     | Relatie $H_a$ -vluchtigheid .....  | 103 |
| Tabel 9.4     | Grondwateranalysen onderzoek LTGH 1991 .....   | 110 |
| Tabel 9.5     | Analyseresultaten studie LTGH 1993 .....   | 113 |
| Tabel 9.6     | PAK's in het grondwater van SB5F1 na 0, 24, 48, 72 en 96 uur pompen ..                       | 111 |
| Tabel 9.7     | PAK's in het grondwater van SB1 - onderzoek BMI 1994 .....                                   | 116 |
| Tabel 9.8     | PAK's in het grondwater van SB3 - onderzoek BMI 1994 .....                                   | 116 |
| Tabel 9.9     | PAK's in het grondwater van SB5 - onderzoek BMI 1994 .....                                   | 117 |
| Tabel 9.10    | Peilputten waaruit een waterstaal werd genomen voor onderzoek op BETX(S) en PAK's .....      | 118 |
| Tabel 9.11    | Fenolverontreiniging van het grondwater - onderzoek LTGH 1995 .....                          | 119 |
| Tabel 9.12    | Grondwateranalysen D-putten, onderzoek LTGH 1995 .....                                       | 120 |
| Tabel 9.13    | Grondwateranalysen SB-putten, onderzoek LTGH 1995 .....                                      | 121 |
| Tabel 9.13bis | Grondwateranalysen SB-putten, onderzoek LTGH 1995 .....                                      | 122 |
| Tabel 10.1    | Waargenomen drijf-/zinklagen (LNAPL's en DNAPL's) .....                                      | 137 |
| Tabel 10.2    | % aandeel van de diverse componenten in de oliestalen (drijf- of zinklaag) ..                | 138 |
| Tabel 10.3    | Dichtheid van de olielagen .....   | 139 |



## 1 INLEIDING

Met haar bestelbon 95/1/226/395 van 9 februari 1995 gaf de n.v. Vt het Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie (LTGH) van de Universiteit Gent de opdracht voor de inventarisatie en karakterisering van de bodem- en grondwaterverontreiniging op haar bedrijfsterrein te Zelzate op basis van bestaande (TGO 93/39 & TGO 91/13) en nieuwe gegevens volgens voorstel TGO 94/32 van 18.01.95. Bij een tussentijdse evaluatie bleek de noodzaak voor bijkomend onderzoek; de opdracht hiervoor werd verleend met de bestelbon 95/1/1806/395 van 14 december 1995 volgens voorstel TGO 94/32 van 23 oktober 1995.

De voorgaande studies (TGO 91/32 & TGO 93/39) van het LTGH op en rondom het bedrijfsterrein te Zelzate wezen op een merkbare bodem- en grondwaterverontreiniging op een aantal plaatsen. De huidige studie heeft tot doel inzicht te verschaffen voor het bedrijfsterrein en haar omgeving omtrent de historie, de aard, de mate en de verbreiding van deze verontreinigingen. Daarnaast werden de nodige werkzaamheden uitgevoerd voor een volgende studiefase (TGO 52/32 mathematische modellering en risico-evaluatie).

Onderhavig verslag omvat de studieresultaten; meer in het bijzonder worden de volgende aspecten behandeld:

- bedrijfskenmerken
- vroeger uitgevoerd onderzoek
- terrein- en laboratoriumonderzoek
- historie bodemverontreiniging
- hydrogeologische bouw
- grondwaterstand en grondwaterstromingspatroon
- bodemkwaliteit
- grondwaterkwaliteit
- drijf- en zinklagen
- ernst van de bodem en grondwaterverontreiniging

Het terreinwerk uitgevoerd door het LTGH in het bestek van deze studiefase omvatte:

- 26 ondiepe boringen (D-putten) op het bedrijfsterrein
  - met bodemstaalname (voor het opsporen en het karakteriseren van de bodemverontreiniging)
  - met uitbouw tot waarnemingsput voor de detectie van drijf- en de waterstandsmeting in de ondiepe zandlaag
- 3 spoelboringen in het centrum van Zelzate
  - met uitbouw tot waarnemingsputten voor de bepaling van het regionaal grondwaterstromingspatroon
- 4 spoelboringen tussen de Vredekaai en de vijver
  - met uitbouw tot waarnemingsput voor de bepaling van de grondwaterkwaliteit en de -stroming buiten het bedrijfsterrein
- 1 diepe spoelboring op het bedrijfsterrein tot in de tertiaire kleilaag
  - voor de bepaling van de verticale begrenzing van het grondwaterreservoir (met het oog op de grondwaterstromingsmodellering) en uitbouw als waarnemingsput voor de





**diepe zandlaag**

**1 spoelboring op het bedrijfsterrein**

met uitbouw tot waarnemingsput (neutraal waarnemingspunt in diepe zandlaag)

waterpassing van alle peilputten t.o.v. het TAW referentievlak

**1 waterstandsrondte op alle D-putten (nadien maandelijks uitgevoerd door opdrachtgever)**

met bepaling van de aanwezigheid en de dikte van eventuele drijflagen



## 2 BEDRIJFSKENMERKEN

### 2.1 Algemene bedrijfsgegevens

#### Bedrijf:

Bedrijfsnaam: N.V. VFT

Bedrijfstak: teer en benzol raffinaderij

Adres: Vredekaai 18 - B 9060 ZELZATE

Tel: (32) (0)9 / 345 88 31 (61.)

Fax: (32) (0)9 / 345 85 33

identiteit eigenaar bedrijfsterrein: Vennootschap VFT

identiteit gebruiker bedrijfsterrein: Vennootschap VFT

Contactpersoon: dhr MINGELS

Adres: Vredekaai 18 - B 9060 ZELZATE

Lambert Coördinaten centrum bedrijfsterrein: X: 110.600 Y: 210.650

Nummer Topografische Kaart NGI: 14/7 ZELZATE

#### Kadastraal:

Kadasternummers: percelen 484 N 2 en 484 P 2

Kadastrale legger (toestand 01/01/1995): Gemeente Zelzate, 1<sup>o</sup> Afdeling, sectie A3

Oppervlakte: perceel 484 N 2: 13 ha 88 a 25 ca

Perceel 484 P 2: 21 a 56 ca

NACE-code en VLAREM-rubrieken: zie 2.3

Figuur 2.1 geeft een uittreksel uit de topografische kaart (1/10.000) 14/7 met aanduiding van het bedrijfsterrein. Figuren 2.2 en 2.3 geven respectievelijk een uittreksel uit het kadastrale plan en een uittreksel uit de kadastrale legger.

### 2.2 Omgevingskenmerken

In het westen wordt het bedrijfsterrein begrensd door het Kanaal Gent-Terneuzen, in het noorden door de Belgisch-Nederlandse grens (nog een klein driehoekig perceel komt hiertussen voor), in het oosten door een park met visvijver (eigendom van de dienst van de Gentse Zeehaven) en in het zuiden door de Kol. O. Boultonstraat en de Kanaalstraat. De dichts bijgelegen woningen vindt men ten oosten van de visvijver en in de driehoek begrensd door de Vredekaai, de Kanaalstraat en de Kol. Boultonstraat. Ten zuiden van de Kanaalstraat ligt het centrum van Zelzate. Figuur 2.4 situeert het bedrijfsterrein en haar omgeving ten opzichte van het recentste orthofotoplan (n<sup>o</sup> 14/2/4) - schaal 1/2.500 van 1989.

Figuur 2.5 situeert het bedrijfsterrein ten opzichte van het Gewestplan GENTSE EN KANAALZONE, kaartblad 14/2 ZELZATE. Hierop is het grootste deel van het bedrijfsterrein ingekleurd als "Industriegebied"; de zuidwestelijke punt van het terrein is ingekleurd als "Groengebied". Het Kanaal Gent-Terneuzen is ingekleurd als "Waterweg". De vroegere bedding van het Kanaal Gent-Terneuzen (heden het park met visvijver ten oosten van de Vredekaai en de bushalten ten zuiden van de Kanaalstraat) is ingekleurd als "Parkgebied"; de

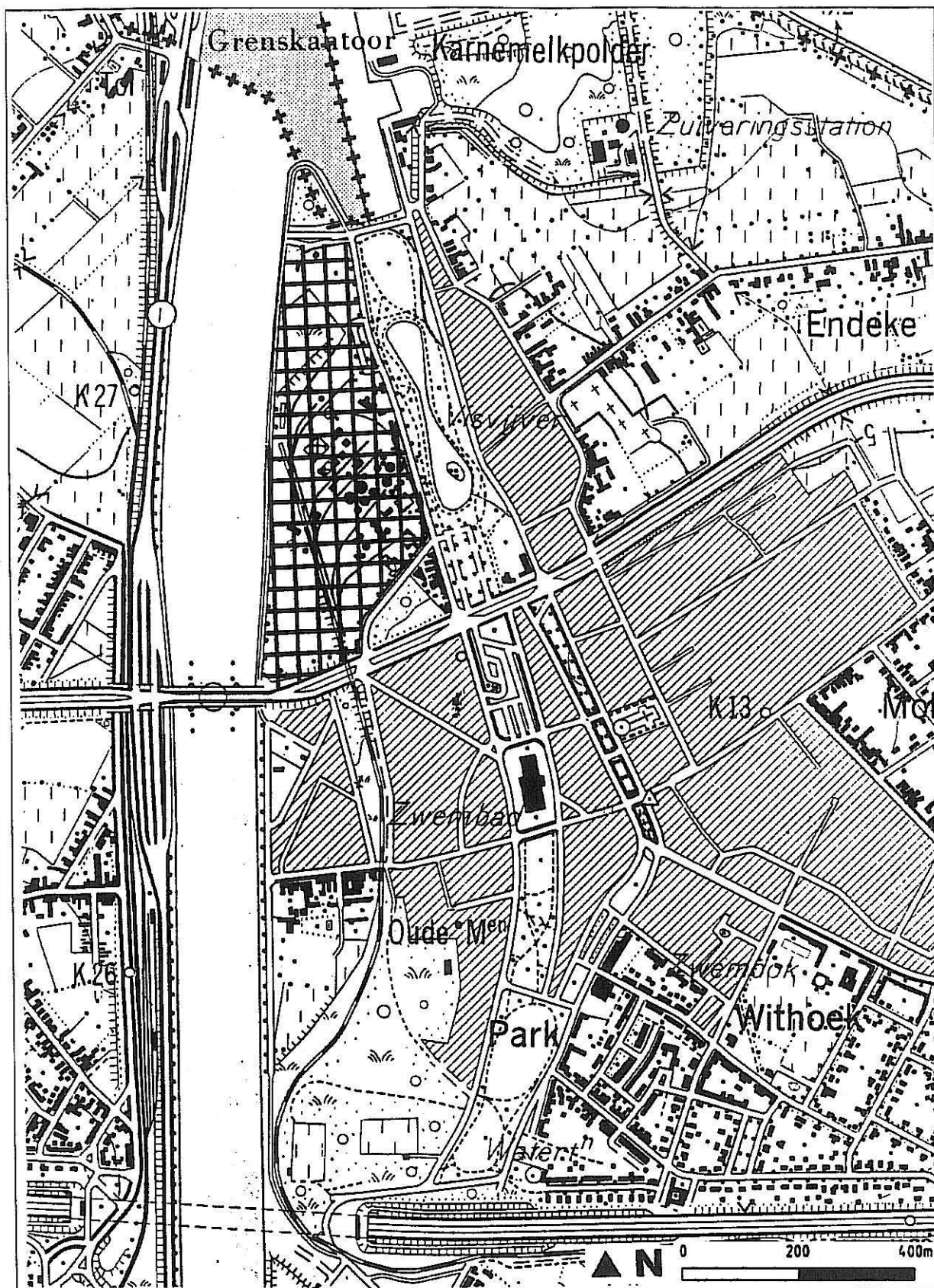


bebouwde zone ten oosten van het park, ten zuiden van de Kanaalstraat en de driehoek begrensd door de Kanaalstraat, de Vredekaai en de Kol. O. Boultonstraat zijn ingekleurd als "Woongebied". Iets ten oosten van het bedrijfsterrein liggen twee kleine zones ingekleurd als "Gebied voor Gemeenschapsvoorzieningen en Openbare Nutsvoorzieningen", het betreft het Gemeentehuis (grenzend aan de Kanaalstraat) en het Kerkhof van Zelzate. Ten noordoosten van het bedrijfsterrein ligt de Karnemelkpolder die voor een deel ingekleurd is als "Gebied voor Ambachtelijke Bedrijven of Gebied voor Kleine en Middelgrote Ondernemingen" en voor een deel als "Natuurgebied".

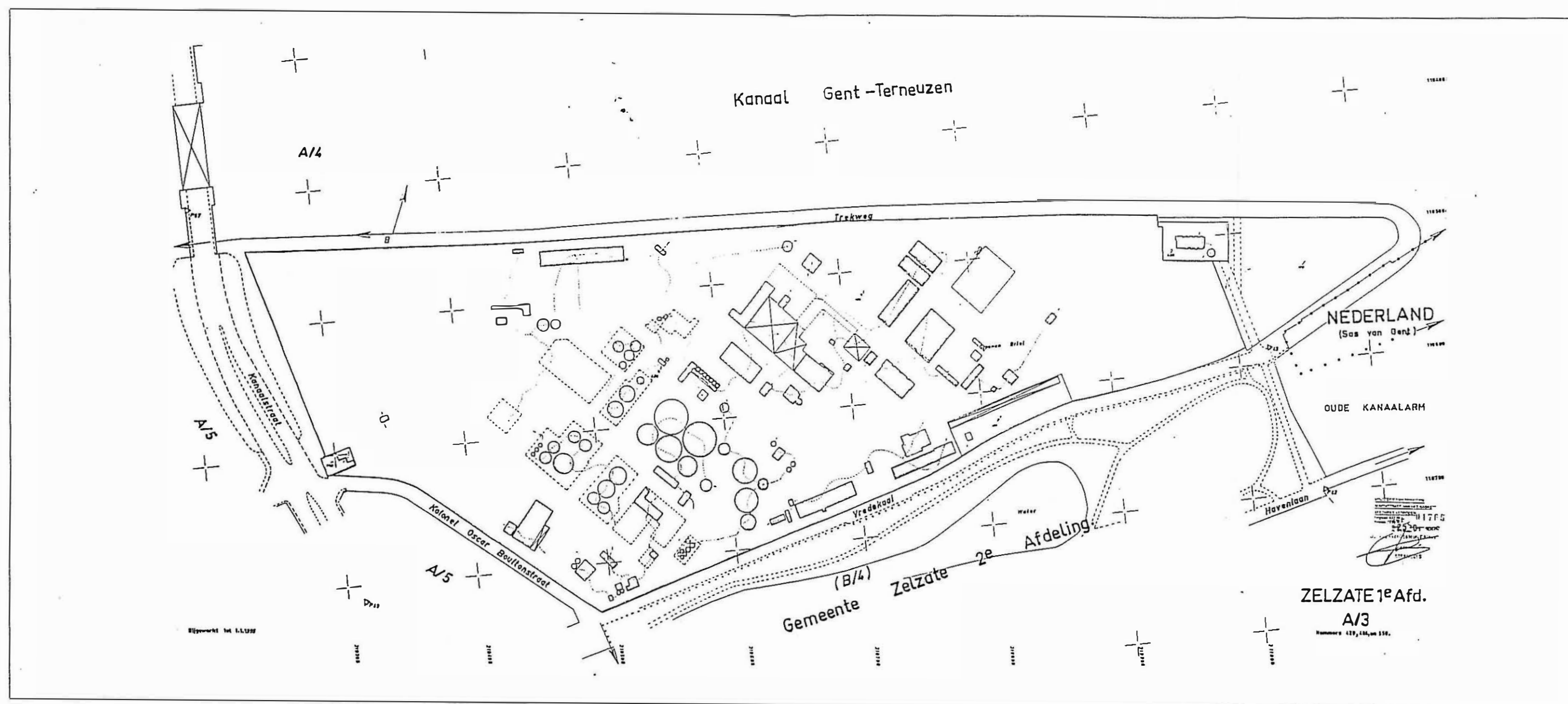
### 2.3 Vergunde VLAREM-rubrieken

| omschrijving van de inrichting of activiteit  | NACE-code | Vlarem-rubriek       |
|---|-----------|----------------------|
| opslagplaats voor aardpek, teer, asfalt, pek en dergelijke stoffen van meer dan 5000 kg   |           | 1.2.                 |
| afvalwaterzuiveringsinstallaties, met inbegrip van het lozen van effluentwater  |           | 3.6.                 |
| vervaardiging van geraffineerde aardolieprodukten met inbegrip van bitumineuze produkten voor wegbekleding                              | 23.2      | 1.1./20.1.2.         |
| Opslag voor beroepsdoeleinden van vloeibare koolwaterstoffen met een totale capaciteit van meer dan 500.000 l                           |           | 17.                  |
| Overslag en opslag van metaalertsen, en van steenkool, bruinkool of hun derivaten, niet overdekt met een oppervlakte van meer dan 1 ha. | 63.1      | 29.1.2./30.10.       |
| Opslag van gevaarlijke stoffen die conform de definities van Vlarem rubriek 17 in klassen 1 of 2 kan ingedeeld worden                   |           | 17.                  |
| Opslag van afvalstoffen die conform de Vlarem-definities in klassen 1 of 2 kan ingedeeld worden   |           | 2.                   |
| Vervaardiging van organische basisprodukten met inbegrip van koolteer, pek en pekcokes  | 24.14     | 7.3./20.4.1./20.4.2. |





Figuur 2.1 Uittreksel topografische kaart



Figuur 2.2 Uittreksel kadastraal plan



Ministerie van Financiën

Administratie van het Kadaster

|   |          |   |                       |
|---|----------|---|-----------------------|
| Toestand op   | 1.1.1995 | UITTREKSEL UIT DE KADASTRALE LEGGER VAN DE GEMEENTE |                       |
| Gemeentenummer :  | 43018    | ZELZATE 1 APD                                       | Artikelnummer : 08032 |
| IDENTIFICATIE EN EVENTUELE RECHTEN VAN DE EIGENAAR(S) (1) |          |   |                       |
| VENNOOTSCHAP/VFT<br>9060 ZELZATE                          |          | VREDEKAAI 29  |                       |

## DEEL VAN HET ARTIKEL

| Volgnummer | Ligging van het perceel<br>straat en nummer of plaatsnaam, gebucht(1)<br>Bijkomende details | Kadaster/<br>Watering | Kadastrale<br>aanduiding |                    | Aard<br>van het<br>perceel | Oppervlakte |    |    | Klassering<br>en inkomens<br>per ha of<br>jaar van<br>beëindiging<br>van de<br>opbouw | Kadastraal<br>inkomen |          |
|------------|---|-----------------------|--------------------------|--------------------|----------------------------|-------------|----|----|---|-----------------------|----------|
|            |   |                       | Sectie                   | Perceel-<br>nummer |                            | ha          | a  | ca |   | Code(2)               | Bedrag   |
| 0001       | VREDEKAAI 18  |                       | A                        | 484                | 2                          | 13          | 88 | 25 | 05  | 4F                    | 2901900  |
| 0001       |   |                       |                          |                    |                            |             |    |    |   | 6F                    | 14233600 |
| 0006       | VREDEKAAI +18   |                       | A                        | 484                | 2                          |             | 21 | 56 | 88  | 4F                    | 71900    |

(1) De administratie van het kadaster kan niet aansprakelijk worden gesteld wegens eventuele fouten in de aanduiding van de straatnamen en van de huisnummers.

(2) De positie van de code :

- 1 = onbebouwd grond
- 2 = bebouwd grond
- 3 = onbebouwd zijverheid (of eventueel commercieel met outillering)
- 4 = bebouwd zijverheid (of eventueel artistiek of commercieel met outillering)
- 5 = materieel en outillering op een onbebouwd perceel
- 6 = materieel en outillering op een bebouwd perceel

De positie van de code :

F = belastbaar kadastraal inkomen

G = kadastraal inkomen vrijgesteld van de onroerende voorheffing op grond van artikel 153.1° of 1° van het Wetboek van de Inkomensbelastingen of van bijzondere wetten

H = kadastraal inkomen vrijgesteld van de onroerende voorheffing krachtens artikel 153.1° van het Wetboek van de Inkomensbelastingen of voorlopig vrijgesteld gedeelte van een in aanbouw genomen onbebouwde grond

J = niet vastgesteld kadastraal inkomen of vastgesteld kadastraal inkomen, maar niet belastbaar wegens niet-ingebruikname of niet-verhuur

K = voorlopig kadastraal inkomen : ingebruikname of verhuur voor de volledige voltooiing

L = gedeeltelijk voorlopig kadastraal inkomen van een appartementsgebouw waarvan niet al de appartementen zijn in gebruik genomen of verhuurd

P = kadastraal inkomen van een in aanbouw genomen onbebouwde grond of van een nieuwbouwwaard grond, belast zonder rekening te houden met de nieuwe aard krachtens artikel 154, §3 van het Wetboek van de Inkomensbelastingen

Q = kadastraal inkomen van een gebouw of van materieel en outillering dat vrijstelling geniet van de onroerende voorheffing voor economische doeleinden

POTROR

## OPMERKINGEN

De bijwerking van de kadastrale beschikkingen wordt, ten vroegste, uitgevoerd in de loop van het jaar volgend op de datum van de wijziging. Bijkomende wijzigingen aan het voorkomen dat voor de op het uittreksel vermelde kadastrale inkomens nog geen rekening werd gehouden met de opzichts aan de goederen aangebrachte wijzigingen, in elk geval zij niet zullen mogen worden ingeroepen om een gebeurlijke teruggave van registratierechten aan te vragen. Het zou eveneens kunnen voorkomen dat de bedoelde inkomens aan een herziening toe zijn ingevolge een bezwaar.

Nadruk verboden krachtens artikel 504, §3, van het Wetboek van de Inkomensbelastingen 1992

NUMMER VAN HET REGISTER 437 :

KOSTEN : frank

Eensluidend verklaard met de inschrijvingen van de kadastrale legger

TE GENT 18/04/96

DE INSPECTEUR

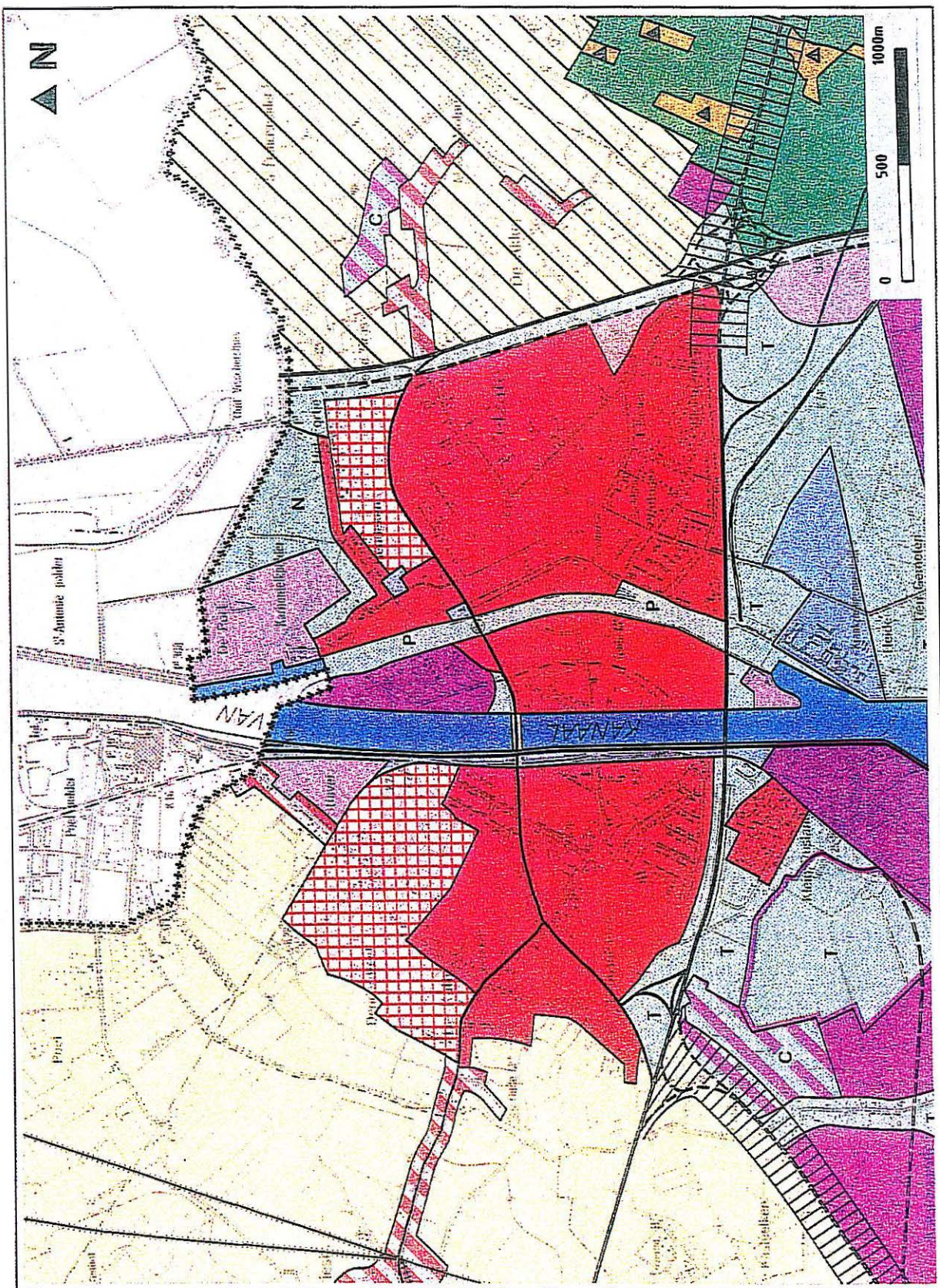
Figuur 2.3 Uittreksel kadastrale legger





Figuur 2.4    Uittreksel orthofotoplan





Figuur 2.5    Uittreksel gewestplan "Gentse en Kanaalzone".





### 3 VROEGER UITGEVOERD ONDERZOEK

Onderhavig verslag omvat de derde fase van het onderzoek van het LTGH op het bedrijfsterrein te Zelzate. De gegevens van fase 1 en 2 vindt men in de volgende studies:

- TGO 91/13 Hydrogeologisch onderzoek van de bedrijfsterreinen van de NV Sopar te Zelzate (Vanhoutte, Mahauden, De Breuck, 1991)

Doel:

bouw grondwaterreservoir, grondwaterstromingspatroon, grondwaterkwaliteit.

Terreinwerk:

op drie plaatsen spoelboringen (SB1, SB2, SB3) en uitbouw tot waarnemingsputten; op elke plaats een peilbuis in de ondiepe (KZ2) en één in de diepe (KZ1) kwartaire zandlaag.

boorbeschrijvingen - boorgatmetingen - waterpassing - stijghoogtemeting (2 malig)

op basis van de waterstandsmetingen werd een sumiere stijghoogtekaart getekend en de grondwaterstroming (snelheid) bepaald (uit het verhang)

eventuele verontreiniging werd vermeld steunende op de waarnemingen tijdens het boren, de boorgatmeting en het schoonpompen van de peilbuis

- TGO 93/38 Onderzoek van de grondwaterkwaliteit op en rondom het bedrijfsterrein van de NV Rütgers-Vft te Zelzate (Vermoortel, Mahauden, Bolle, De Breuck, 1994)

Doel:

verder onderzoek naar de bouw van het grondwaterreservoir ter hoogte van het bedrijfsterrein en in de omgeving (vijver te Zelzate en polders naar Nederland toe), nagaan grondwaterstromingspatroon a.d.h. van een uitgebreid meetnet peilbuizen in beide watervoerende lagen, nagaan grondwaterkwaliteit a.d.h. van grondwateranalysen

Terreinwerk:

10 spoelboringen met telkens de uitbouw als waarnemingsput met een filter nabij de basis van de bovenste kwartaire zandlaag (KZ2) SB4-SB12 & SB14; SB9, SB10 & SB11 liggen buiten het eigenlijke bedrijfsterrein

6 spoelboringen met telkens de uitbouw als waarnemingsput met een filter aan de basis van de onderste kwartaire zandlaag (KZ1); er werd geboord in twee fasen om desgevallend verontreiniging vanuit de bovenste naar de onderste zandlaag tegen te gaan: diepe boringen op het bedrijfsterrein: SB5, SB7, SB12, SB13; diepe boringen buiten bedrijfsterrein: SB9 & SB10

boorgatmetingen: manueel uitgevoerd in de ondiepe, mechanisch uitgevoerd in de diepe peilbuizen





waterpassing - 3 peilronden (nadien maandelijks verdergezet door personeel Vft)

bemonstering (LTGH) en analyse (Rutgers-Vft) van het grondwater uit alle peilbuizen.

De resultaten van het terreinwerk en overige relevante gegevens werden verwerkt in het rapport, met uitzondering van de grondwateranalysen en de resultaten van het bodemonderzoek uitgevoerd door SGS in opdracht van het BMI. Deze gegevens waren toen niet beschikbaar (zij werden vrijgegeven i.f.v. de huidige onderzoeksfase waar zij besproken en geïnterpreteerd worden).



#### 4 TERREIN- EN LABORATORIUMONDERZOEK

Op de plaatsen waar LNAPL's (light non aqueous phase liquids) werden vastgesteld en/of zouden kunnen voorkomen, werden (21+5) boringen verricht (D 1-D26) voor de detectie van drijflagen en het nemen van grondmonsters. Wegens de aanwezigheid van afbraakmateriaal in de ondiepe ondergrond werd gebruik gemaakt van een hydraulisch aangedreven spiraalboor (boorkop 100 mm). Van de opgeboorde grond werden afhankelijk van de waargenomen verontreiniging één of meerdere bodemstalen genomen. De monsters werden dubbel geanalyseerd, een exemplaar door de opdrachtgever, een ander door een erkend labo (SGS Ecocare - Depauw & Stokoe). Na het bereiken van een diepte van ca. 3 m werd de droge boring stopgezet en werd het boorgat door middel van een spoelboring geruimd tot ca. 130 mm diameter en verdiept (afhankelijk van de diepte van de grondwatertafel) tot een diepte variërend van 3,5 tot 6,5 m. In de boorgaten werd een PVC filter (63/57 mm) aangebracht, voldoende onder en boven de grondwatertafel, zodanig dat drijflagen kunnen gedetecteerd en bemonsterd worden. Ter hoogte van elke boring werd de hoogte van het maaiveld en van de top van de peilbuis (referentiepunt voor waterstandsmeting) opgemeten ten opzichte van het TAW referentievlak.

De ijking van het mathematisch model (in een latere fase) naar de toestand zoals deze zich op het terrein werkelijk voordoet noodzaakte de inplanting van drie peilputten in de ruime omgeving van het bedrijfsterrein (centrum Zelzate). De boringen voor deze peilbuizen werden uitgevoerd volgens de spoelboormethode tot aan de basis van de bovenste zandige eenheid (KZ2-laag). De peilputten (SB 19, 20 & 21) werden uitgerust met een PVC filter (63/57 mm) van ca. 2,2 m lengte.

De resultaten van de vorige studies geven aan dat de verontreiniging zich in de richting van de vijver kan verplaatst hebben. Om hierover uitsluitsel te krijgen werden op 2 plaatsen tussen het bedrijfsterrein en de vijver (t.h.v. portier & t.h.v. parking) telkens 2 boringen verricht; 1 in de ondiepe (KZ2) en 1 in de diepe (KZ1) zandlaag. De boringen werden uitgevoerd ten oosten van de vroegere kaaimuur volgens de methode van het draaiend spoelboren met de SPOBO-1&2 boortorens. Volgens de bevoegde instantie werd de breuksteen van de vroegere kaaimuur weggenomen maar is het houtwerk (perkoenpalen en kopbalk) blijven zitten. De boorgaten (SB17, 18 & 19) werden uitgerust met een PVC filter en stijgbuis. De putten in de KZ1-laag werden in twee fasen geboord (zie nota) teneinde contaminatie van de onderste zandlaag vanuit de bovenste uit te sluiten.

Het grondwaterreservoir wordt onderaan begrensd door een zeer slecht-doorlatende tertiaire kleilaag (eenheid: a3). Er zijn ter hoogte van het bedrijfsterrein geen gegevens beschikbaar omtrent de dikte van deze kleilaag. In functie van het latere onderzoek (mathematisch model) is het belangrijk te weten of deze kleilaag voldoende dik is om als ondergrens te kunnen fungeren (minstens 5 m dik). Hiervoor werd in het centrum van het bedrijfsterrein een spoelboring verricht (eveneens volgens de 2 fasen methode, zie nota). Het boorgat werd nadien ingericht als waarnemingspunt voor de KZ1 laag (SB15).

In het uiterste noorden van het bedrijfsterrein werd een bijkomende spoelboring verricht



(SB16) eveneens in 2 fasen (zie nota) en uitgebouwd tot peilput; deze geldt eveneens als waarnemingspunt voor de KZ1-laag en is bedoelt als neutrale (geen verontreiniging) put.

Alle peilputten werden definitief genummerd; van de nieuw geplaatste werd de hoogteligging van het maaiveld en van het referentiepunt voor de waterstandsmeting opgemeten ten opzichte van het referentieveld van de Tweede Algemene Waterpassing (TAW).

Op alle SB-putten (bestaande en nieuw geplaatste) en op sommige D-putten wordt maandelijks de grondwaterstand door de opdrachtgever gemeten. In de D-putten werd de aanwezigheid van drijflagen nagegaan en indien aanwezig de dikte ervan gemeten.

De grondwaterstaalname gebeurde op de meeste SB- en D-putten. De hoeveelheid PAK's, BTEX(S) en de fenol-index werd bepaald door een erkend analyselaboratorium (SGS Ecocare Analytical Services, Environmental Division van Depauw & Stokoe n.v.); de samenstelling van de waargenomen drijflagen werd bepaald.

Figuur 4.1 geeft een overzicht van het bedrijfsterrein; hierop zijn alle peilbuizen aangeduid, ook de peilbuizen rondom de vijver. Figuur 4.2 geeft de ligging van de peilbuizen die buiten het bedrijfsterrein liggen.

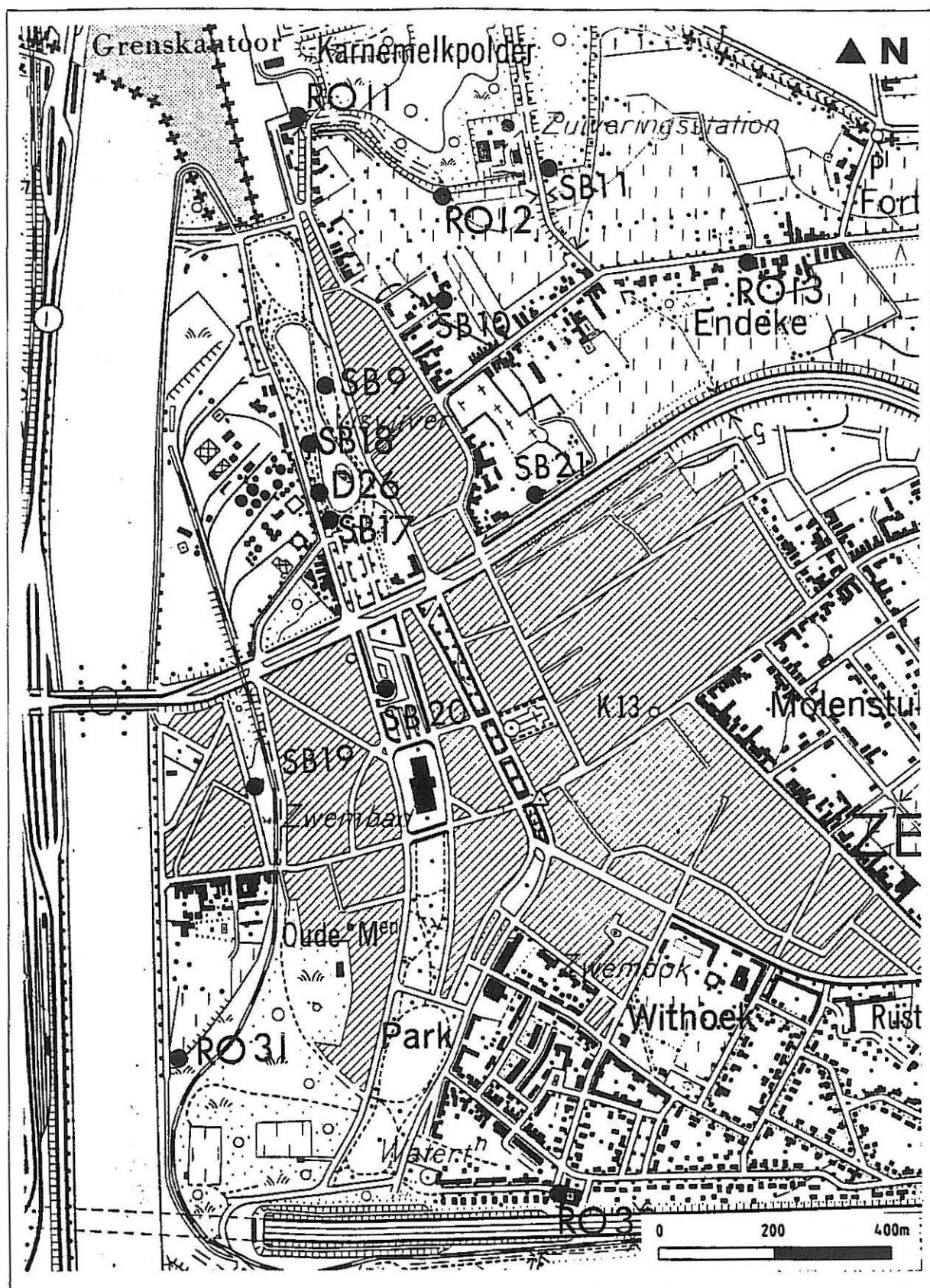
#### ***Nota fasering boringen:***

Bij een situatie waarbij door verontreinigende gronden moet worden geboord, zoals op een aantal plaatsen in het studiegebied, gebruikt men het principe van het afsluiten van de verontreinigende laag van de diepere lagen. Dit gebeurt door het plaatsen van een buis tot onder de basis van de verontreinigde laag en het afdichten van de ruimte rond de buis en de boorgatwand. In de buis wordt dan verder geboord (met propere boorbeitel en -stangen en zuiver leidingwater als boorvloeistof en zonder gebruik van smeerstoffen) zonder dat men verontreiniging naar onderen meeneemt.

Bij gelaagde grondwaterreservoirs waar afwisselend doorlatende en minder doorlatende zones voorkomen (zoals bij VFT: KZ2 en KZ1 doorlatend, KL slecht-doorlatend) kan men waterlagen afsluiten. Dit werd toegepast in de gefaseerde boringen naar de KZ1. Alvorens te boren naar de KZ1 word de KZ2 laag geïsoleerd door het plaatsen van een buis tot in de slecht-doorlatende KL-laag. Hiervoor werd met de SPOBO-2 geboord tot net in de KL-laag, de boorkop werd verwijderd en een PVC buis met diameter 150 mm werd vanaf het maaiveld tot aan de basis van de boring aangebracht. Daaropvolgend werd deze buis ca. 1 m in de slecht-doorlatende laag geduwd en de ruimte tussen de boorgatwand en de PVC afsluitbuis werd opgevuld met cement. De onderste meters van de PVC buis werden eveneens opgevuld met cement. Na verharding was het binnenste van de buis afgesloten van de verontreinigde KZ2-laag. De PVC buis werd dan meerdere malen met leidingwater gespoeld. Het grondwater in de KZ2-laag heeft bijgevolg geen toegang tot de PVC-buis en kan op geen enkele manier de handelingen in die buis beïnvloeden. Daaropvolgend werd met behulp van een kleinere boorkop (kleinere diameter) de cementstop aan de basis van de PVC-afsluitbuis doorboord en verder geboord doorheen de slecht-doorlatende KL-laag tot voldoende diep in de KZ1 laag. In

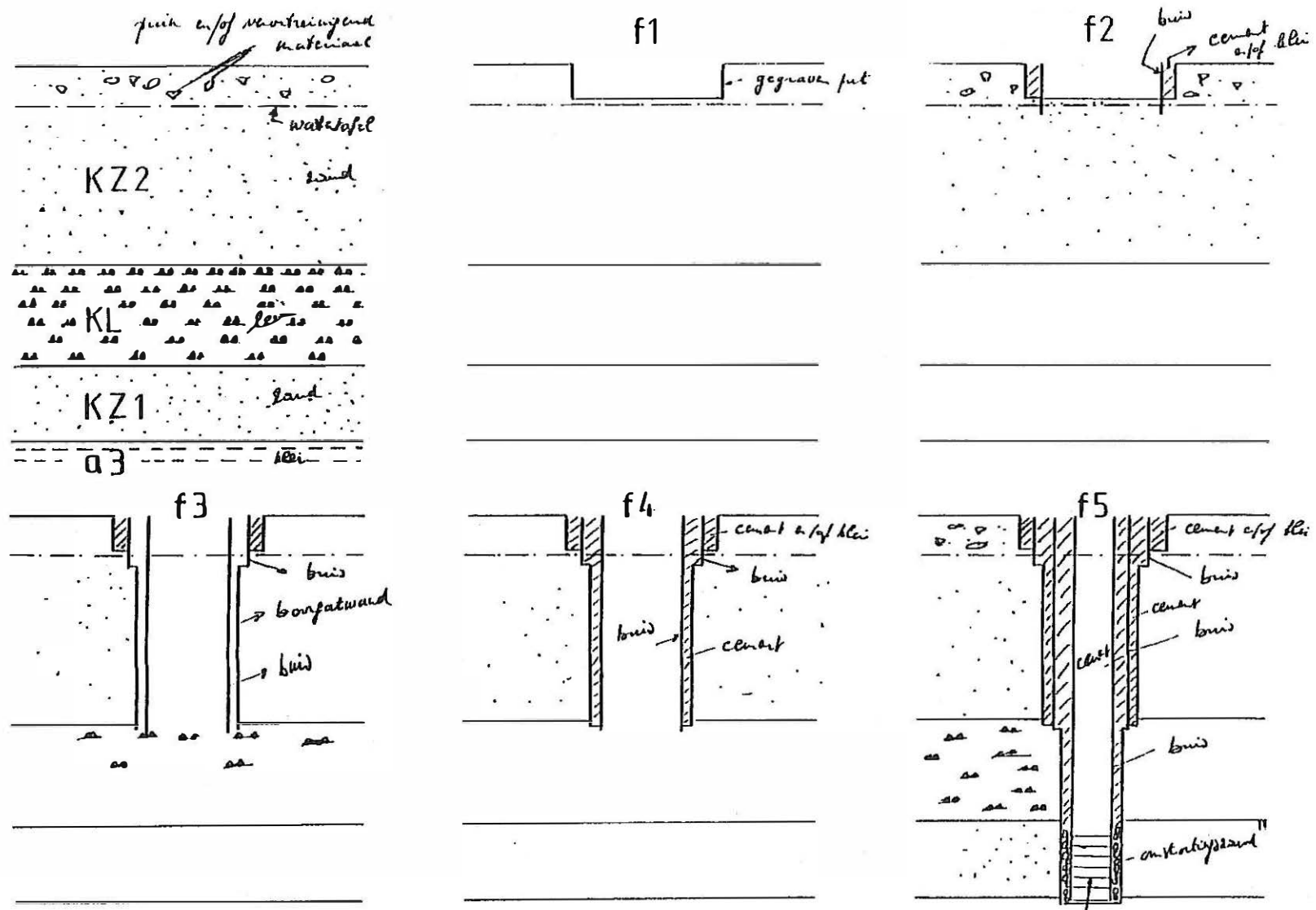


het boorgat werd een peilbuis geplaatst; de filter werd omstort met gekalibreerd zand en de ruimte tussen de peilbuis en de boorgatwand ter hoogte van de KL-laag (en de basis van de afsluitbuis) werd afgesloten met een kleistop. Deze methode sluit elke verontreiniging vanuit de bovenliggende KZ2-laag naar de diepere KZ1-laag uit. Figuur 4.3 schematiseert de toegepaste faseringstechniek.



Figuur 4.2 Boorplaatsen





Figuur 4.3 Fasering diepe spoelboringen.



## 5 HISTORISCHE BODEMVERONTREINIGING

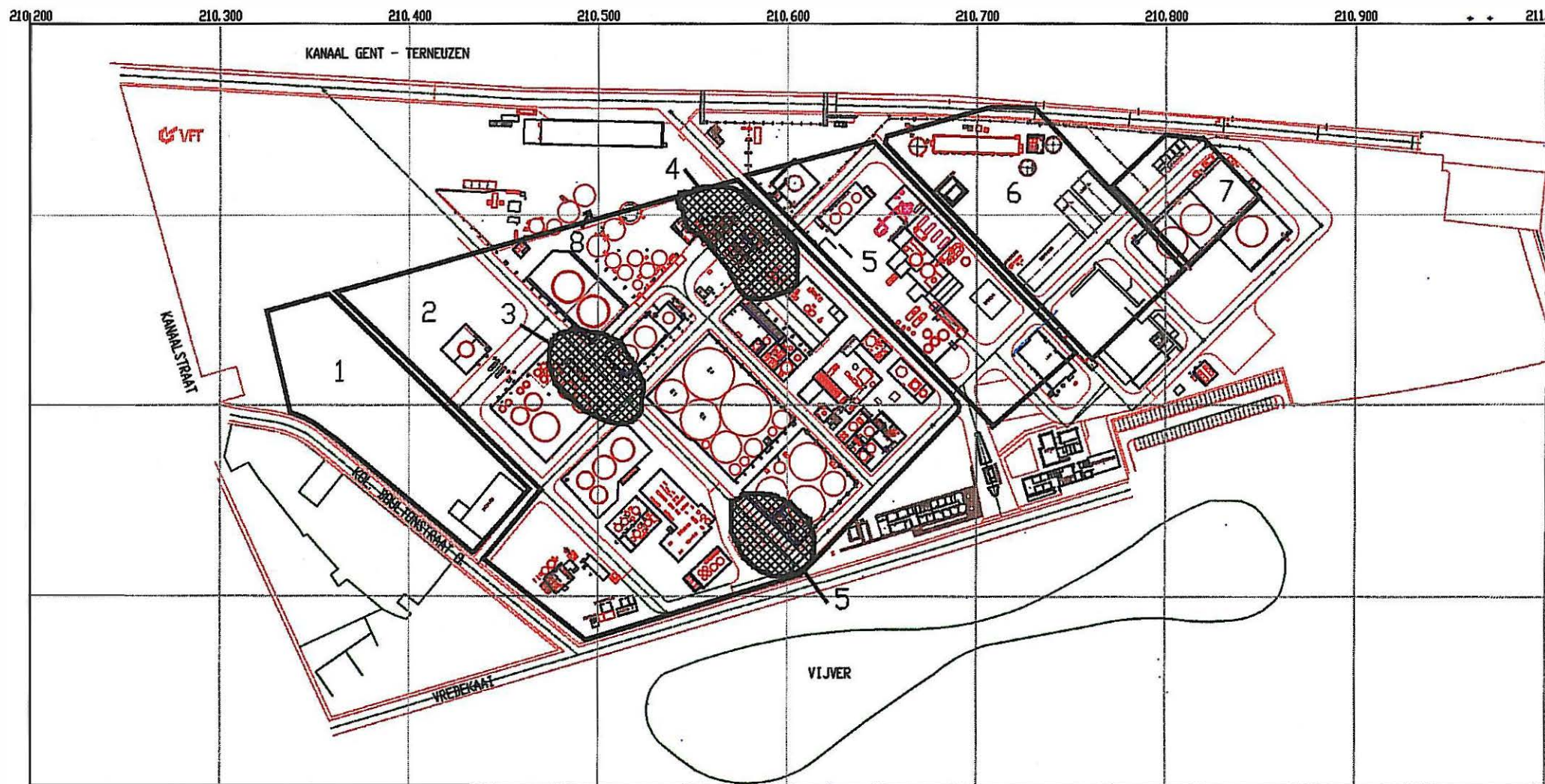
Door de sectie Kwaliteitsbeheer werd aan de hand van interne dossiers, kaart en fotomateriaal en werknemers die reeds lang bij het bedrijf werkzaam zijn de mogelijke historische bodemverontreiniging op het bedrijfsterreinen van de n.v. VFT te Zelzate nagegaan. De resultaten van dit onderzoek werden verwerkt tot een overzichtsplan (Figuur 5.1). Op het plan zijn zones aangeduid waar in het verleden (sinds ca. 1950) verontreiniging van de bodem heeft plaatsgehad of had kunnen optreden gelet op de toen heersende werkomstandigheden en reglementeringen. Onderstaande tabel geeft de mogelijke verontreinigingen voor de verschillende zones en de activiteit die ertoe aanleiding kon geven. Enkele foto's illustreren de toenmalige werkomstandigheden.

Tabel 5.1 Bodem verontreinigende activiteiten (historisch).

| zone | activiteit / uitrusting                   | mogelijke verontreinigingen |
|------|---|-----------------------------|
| 1    | stort met kalkslib afkomstig van kalkoven | fenolen, pyridine, BTX      |
| 2    | fenolrecuperatie "carbolic"               | fenolen                     |
| 3    | benzoldistillatie                         | BTX                         |
| 4    | opslag teer en olie - bakstenen inkuiping | teer, teerolieën            |
| 5    | teeropslag - oorlogsschade                | teerolie (creosoot)         |
| 6    | pekopslag op niet afgeschermd grond       | pek                         |
| 7    | naftaleen - opslag & verwerking           | naftaleen                   |
| 8    | vatenvulling & diverse bereidingen        | pyridine, teerolieën        |
| 9    | idem                                      | teer, pek, oliën            |
| 10   | lading van pekschepen                     | pek                         |
| 11   | ontvangstkuil voor ruwe teer - bakstenen  | teer                        |
| 12   | pekopslag op niet afgeschermd grond       | pek                         |

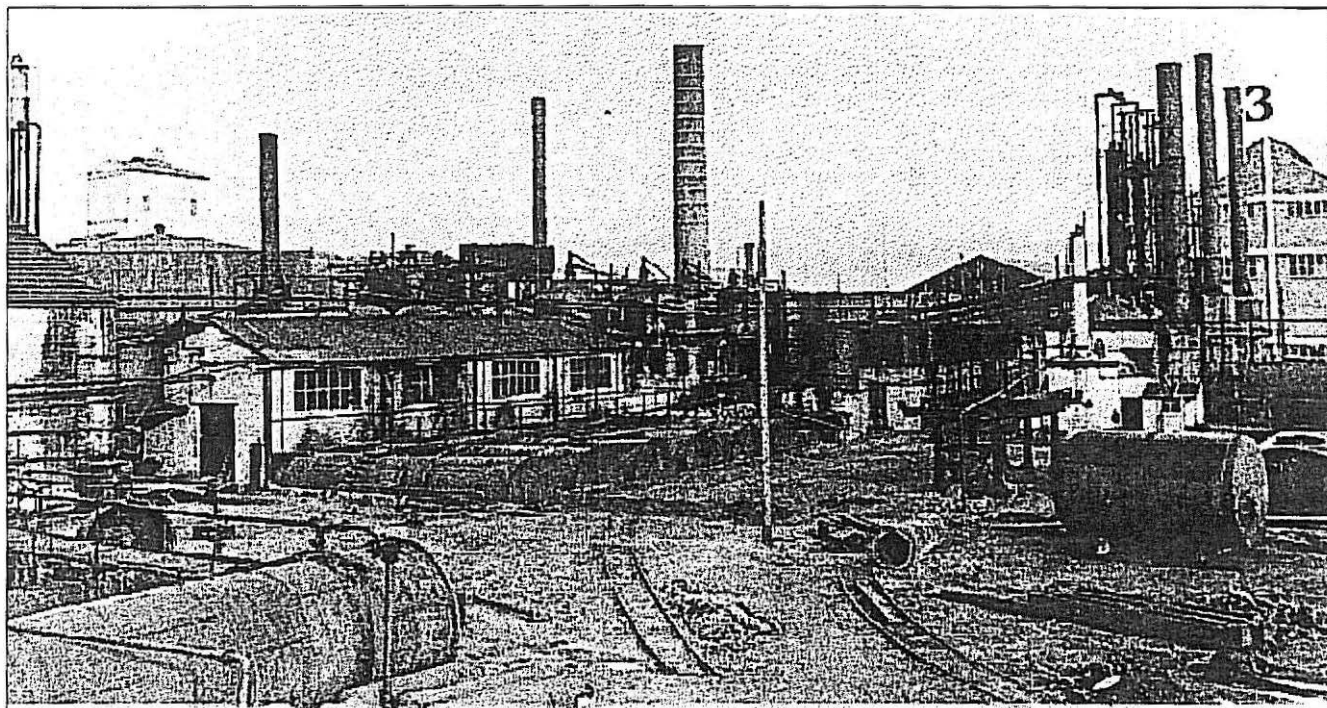
Op de meeste open plaatsen werd in het verleden pek tijdelijk opgeslagen door het vloeibaar product te laten uitstromen op de grond tussen wallen van kolenstof met een hoogte van 1 à 2 m. Na afkoeling (enkele weken) werd het materiaal verwijderd met een pneumatische hamer; hierdoor kan men over gans het bedrijfsterrein in de bovenste meters vaste pekresten aantreffen.

VFT is momenteel gespecialiseerd in het veredelen van de scheikundige derivaten van steenkool (steenkoolteer en benzol raffinaderij). De belangrijkste eindprodukten zijn oplosmiddelen op koolwaterstofbasis, aromatische oliën en solventen en zuivere chemische produkten zoals naftaleen, benzeen, toluen, xyleen en orthohtaalzuuranhydride. De kenmerkende verontreinigingen zijn nu vooral PAK's, BTEX-en, fenolen en allerhande koolwaterstofverbindingen.

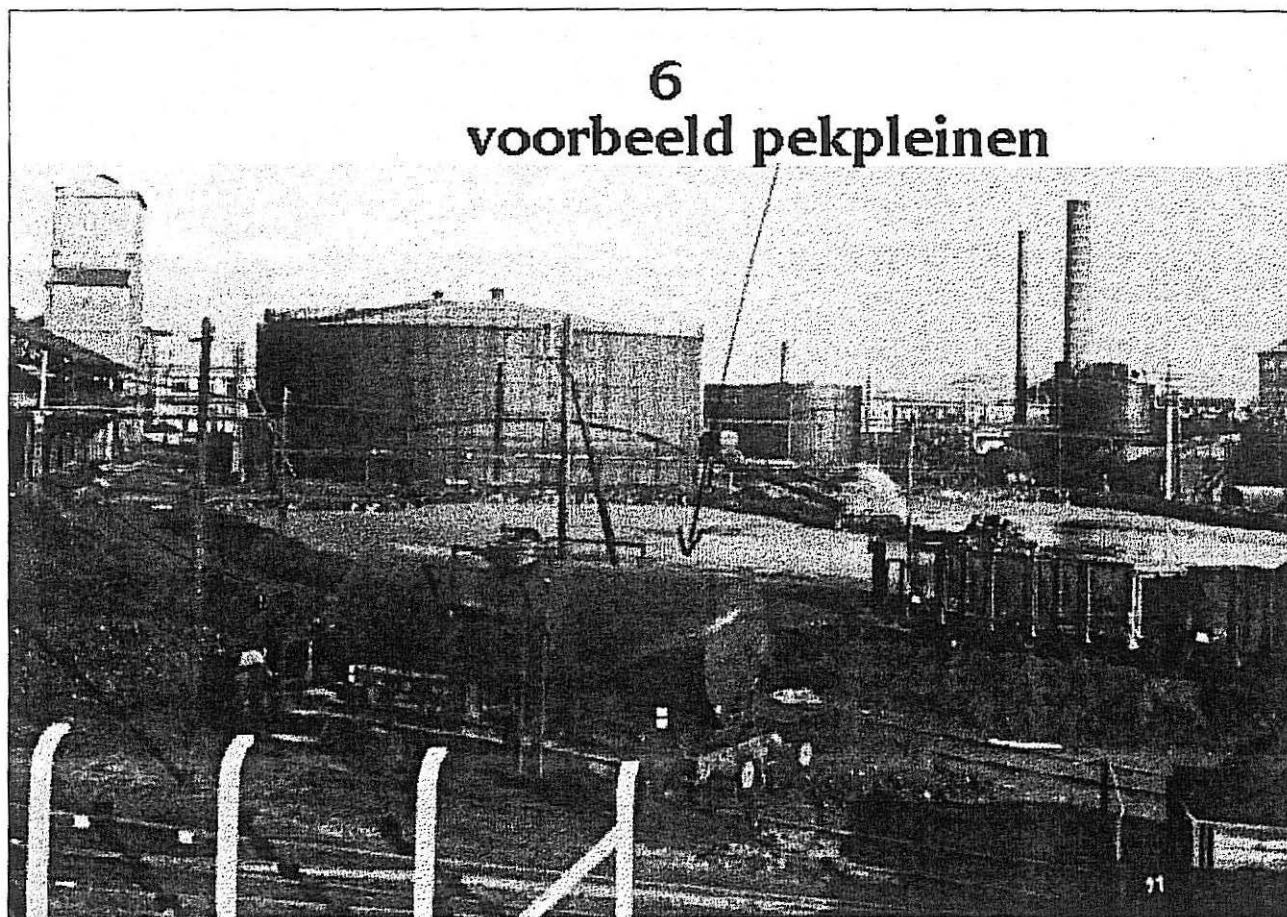


Figuur 5.1 Historische bodemverontreinigende activiteiten

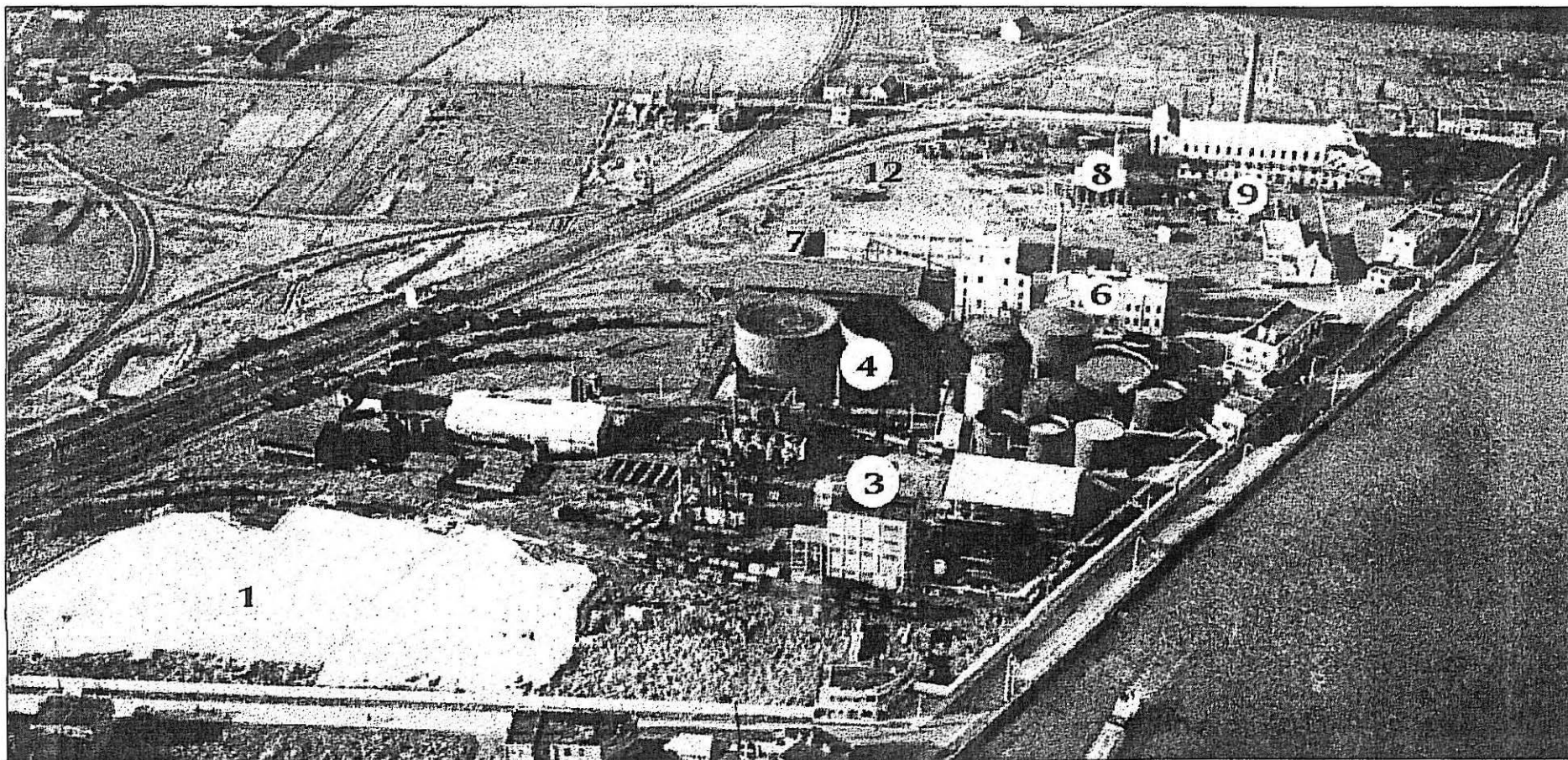




Figuur 5.2.a Bedrijfsactiviteiten - periode voor 1950

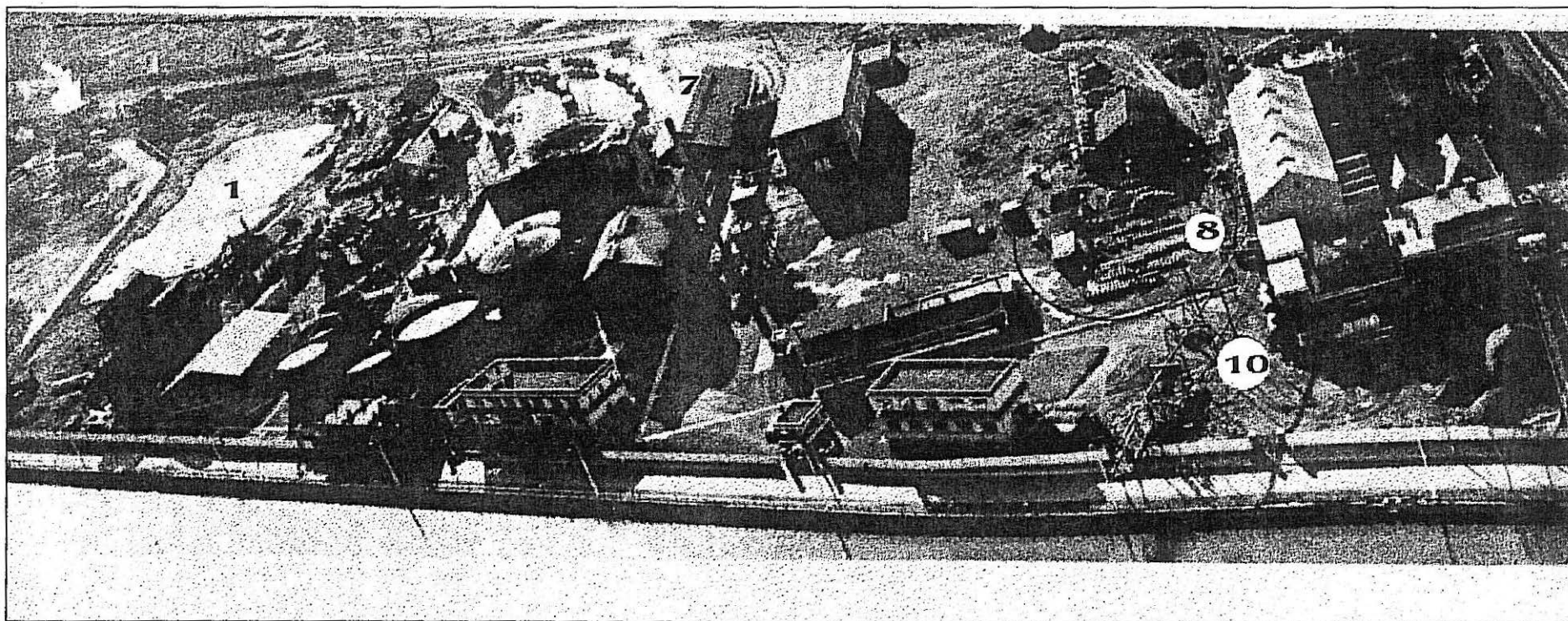


Figuur 5.2.b Bedrijfsactiviteiten - anno 1964



Figuur 5.3    Bedrijfsactiviteiten - toestand 1955.





Figuur 5.4    Bedrijfsactiviteiten - toestand 1955



## 6 HYDROGEOLOGISCHE BOUW

### 6.1 Beschikbare informatie

De hydrogeologische bouw op en in de omgeving van het bedrijfsterrein werd reeds besproken in de voorgaande studies. De boringen uitgevoerd in het bestek van de verdere uitbouw van het grondwatermeetnet (SB-putten) en in het bestek van de bodemstaalname en drijflooddetectie (D-putten) leveren bijkomende informatie. De waterstandsmetingen over een groter aantal meetpunten geven een ruimer en gedetailleerd beeld van de grondwaterstand en -stroming in beide watervoerende lagen.

Aan de hand van de puntwaarnemingen (diepte van de lithologische contacten in de boringen) werd van elk lithologisch grensvlak (top a3, top s3, top KZ1, top KL, top KZ2 en van het maaiveld) een triangulatievlak (TIN - triangulated irregular network) opgesteld voor het bedrijfsterrein (figuur 6.1). Hieruit werden isohypsenkaarten (figuren 6.2 tot 6.6) en lithologische doorsneden (figuur 6.7) afgeleid.

De boorverslagen van de nieuw uitgevoerde boringen vindt men in bijlage 6.1; de boorverslagen van de vroegere boringen in de bijhorende rapporten. Tabel 6.1 geeft voor de boringen gelegen binnen het bedrijfsterrein van Vft te Zelzate en in de omgeving de coördinaten en een synthese van de lithologische interpretatie. De ligging van de boringen is verduidelijkt in figuren 4.1 en 4.2.

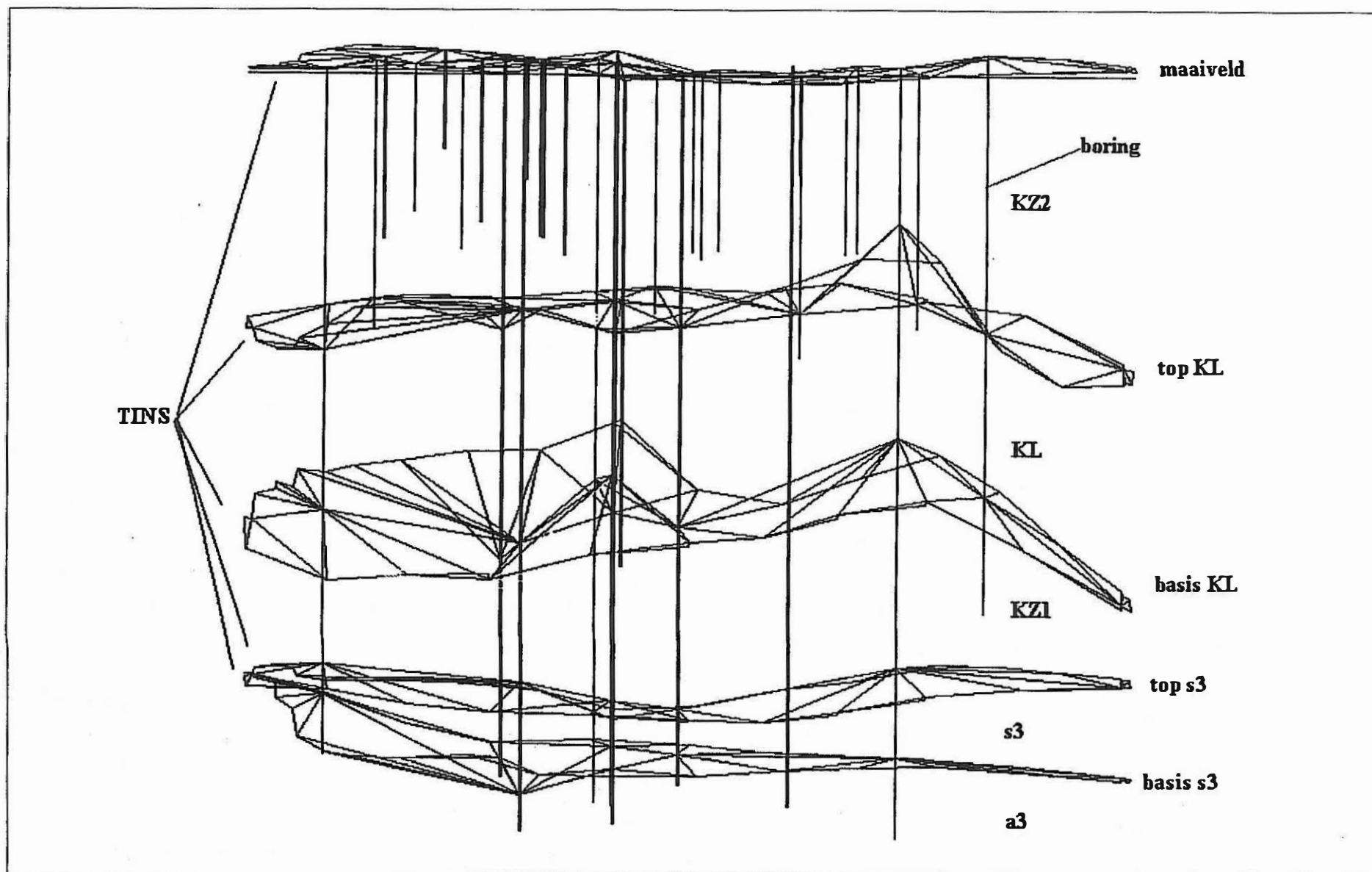
Tabel 6.1 Lithologische grensvlakken.

| boring | X      | Y      | maaiveld<br>in m TAW | top KZ2<br>in m TAW | top KL<br>in m TAW | top KZ1<br>in m TAW | top s3<br>in m TAW | top a3<br>in m TAW | basis<br>boring<br>in m TAW |
|--------|--------|--------|----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------|
| SB1F1  | 110540 | 210330 | 6,150                | 6,15                | -3,35              | -8,85               | -13,85             | -14,85             | -16,85                      |
| SB1F2  | 110540 | 210330 | 6,150                | 6,15                | -3,35              |                     |                    |                    | -3,85                       |
| SB2F1  | 110710 | 210510 | 6,670                | 4,67                | -2,63              | -10,53              | -14,63             | -17,03             | -17,63                      |
| SB2F2  | 110710 | 210510 | 6,670                | 4,87                | -2,63              |                     |                    |                    | -3,33                       |
| SB3F1  | 110590 | 210910 | 6,290                | 3,89                | 0,99               | -5,51               | -14,01             | -17,01             | -19,71                      |
| SB3F2  | 110590 | 210910 | 6,290                | 4,29                | 0,67               |                     |                    |                    | 0,29                        |
| SB4F2  | 110485 | 210380 | 6,430                | 5,23                | -1,57              |                     |                    |                    | -2,57                       |
| SB5F1  | 110534 | 210621 | 6,390                | 5,09                | -1,61              | -7,61               | -15,11             | -16,61             | -18,61                      |
| SB5F2  | 110534 | 210621 | 6,390                | 5,09                | -1,61              |                     |                    |                    | -2,61                       |
| SB6F2  | 110483 | 210930 | 6,070                | 5,37                | -1,73              |                     |                    |                    | -2,53                       |
| SB7F1  | 110565 | 210738 | 6,090                | 5,35                | -2,55              | -9,41               | -15,41             | -16,91             | -17,91                      |
| SB7F2  | 110625 | 210730 | 6,450                | 5,35                | -2,55              |                     |                    |                    | -3,25                       |
| SB8F2  | 110470 | 210664 | 5,930                | 4,73                | -1,17              |                     |                    |                    | -2,07                       |
| SB9F1  | 110720 | 210800 | 6,340                |                     | -0,86              | -9,66               | -13,66             | -17,36             | -18,66                      |
| SB9F2  | 110720 | 210800 | 6,340                |                     | -0,86              |                     |                    |                    | -0,96                       |
| SB10F1 | 110920 | 210910 | 5,300                | 4,90                | -3,45              | -11,20              | -16,20             | -17,70             | -19,70                      |
| SB10F2 | 110920 | 210910 | 5,300                | 4,90                | -3,45              |                     |                    |                    | -3,70                       |
| SB11F2 | 111200 | 211112 | 5,650                | 5,65                | -3,25              |                     |                    |                    | -4,35                       |
| SB12F1 | 110628 | 210530 | 6,540                | 5,54                | -1,96              | -9,96               | -14,46             | -18,26             | -19,46                      |
| SB13F1 | 110676 | 210623 | 6,790                | 6,79                | -2,71              | -8,91               | -15,71             | -17,41             | -19,21                      |
| SB13F2 | 110676 | 210623 | 6,790                | 6,79                | -2,71              |                     |                    |                    | -3,21                       |
| SB14F2 | 110540 | 210810 | 5,940                | 5,94                | -2,06              |                     |                    |                    | -3,56                       |

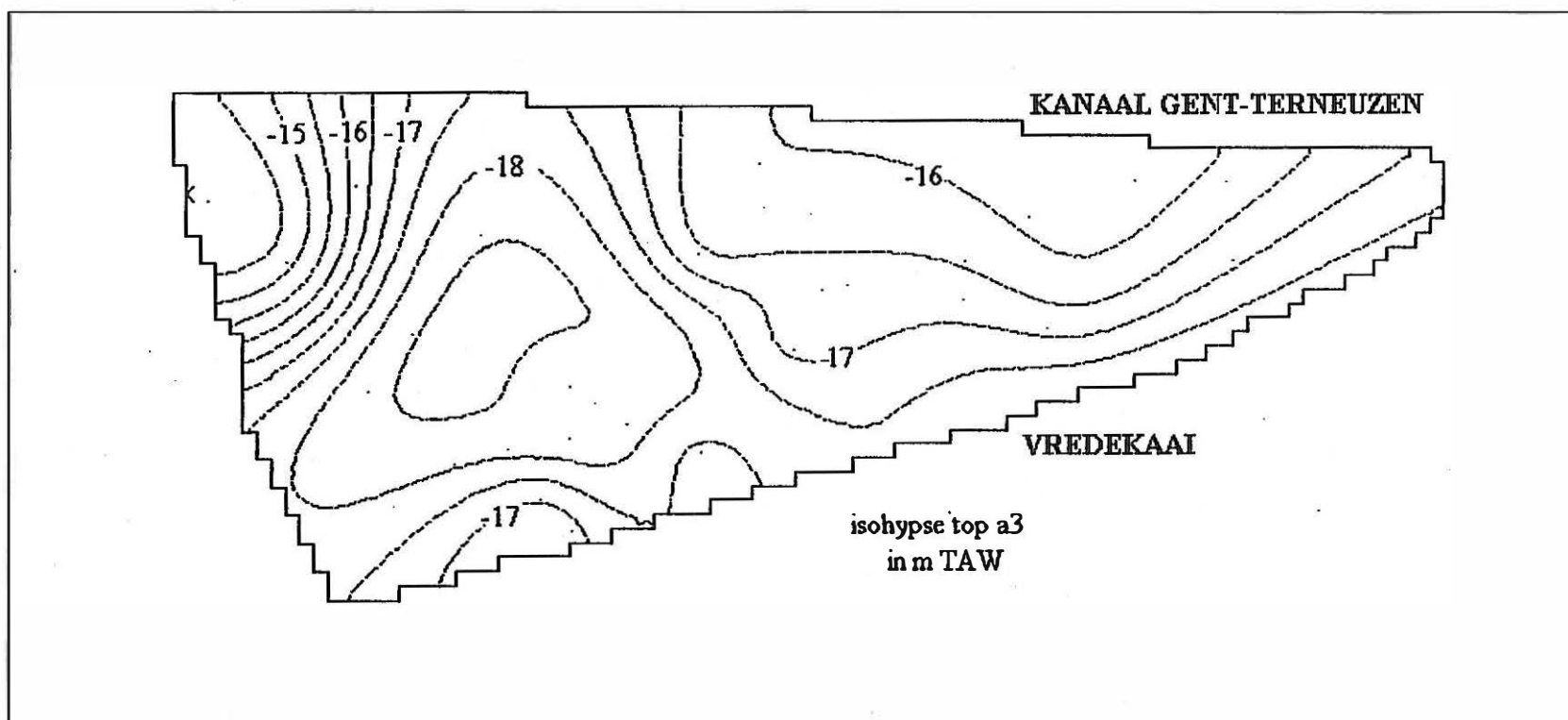


|        |        |        |       |      |       |       |        |        |        |
|--------|--------|--------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| SB15F1 | 110585 | 210605 | 6,522 | 5,52 | -2,58 | -7,78 | -10,58 | -13,38 | -18,48 |
| SB16F1 | 110540 | 211000 | 6,727 | 6,73 | -2,67 | -8,27 |        |        | -12,27 |
| SB17F1 | 110740 | 210530 | 6,560 |      | -1,43 | -4,07 |        |        | -10,43 |
| SB17F2 | 110740 | 210530 | 6,568 |      |       |       |        |        | -0,93  |
| SB18F1 | 110710 | 210630 | 5,811 |      | -1,62 | -3,88 |        |        | -10,72 |
| SB18F2 | 110710 | 210630 | 6,576 |      |       |       |        |        | 1,28   |
| SB19F2 | 110600 | 210070 | 6,410 | 5,41 | -2,73 |       |        |        | -3,09  |
| SB20F2 | 110830 | 210235 | 6,971 |      |       |       |        |        | -1,59  |
| SB21F2 | 111110 | 210565 | 5,829 | 4,33 | -2,97 |       |        |        | -3,07  |
| D1     | 110540 | 210330 | 6,239 | 6,24 |       |       |        |        | -0,06  |
| D2     | 110632 | 210389 | 6,575 | 5,58 |       |       |        |        | 0,43   |
| D3     | 110591 | 210420 | 6,352 | 5,80 |       |       |        |        | 1,35   |
| D4     | 110520 | 210467 | 6,210 | 6,01 |       |       |        |        | ,11    |
| D5     | 110684 | 210449 | 6,800 | 5,10 |       |       |        |        | 3,50   |
| D6     | 110710 | 210510 | 6,538 | 5,99 |       |       |        |        | 3,04   |
| D7     | 110676 | 210623 | 6,777 | 5,48 |       |       |        |        | 3,28   |
| D8     | 110655 | 210571 | 6,217 | 5,92 |       |       |        |        | -0,08  |
| D9     | 110628 | 210530 | 6,546 | 5,80 |       |       |        |        | 4,05   |
| D10    | 110565 | 210738 | 6,068 | 4,77 |       |       |        |        | 2,77   |
| D11    | 110534 | 210621 | 6,340 | 4,04 |       |       |        |        | 2,54   |
| D12    | 110560 | 210709 | 6,057 | 4,31 |       |       |        |        | -0,24  |
| D13    | 110556 | 210727 | 6,183 | 3,93 |       |       |        |        | 0,18   |
| D14    | 110506 | 210700 | 5,968 | 4,97 |       |       |        |        | -0,03  |
| D15    | 110470 | 210664 | 5,968 | 5,07 |       |       |        |        | 2,47   |
| D16    | 110566 | 210809 | 5,960 | 5,36 |       |       |        |        | 2,66   |
| D17    | 110587 | 210868 | 6,312 | 5,11 |       |       |        |        | 0,01   |
| D18    | 110508 | 210856 | 5,949 | 5,95 |       |       |        |        | -0,05  |
| D19    | 110483 | 210930 | 6,145 | 5,45 |       |       |        |        | -0,36  |
| D20    | 110540 | 211000 | 6,755 | 6,76 |       |       |        |        | 0,46   |
| D21    | 110590 | 210910 | 6,221 | 5,32 |       |       |        |        | -0,08  |
| D22    | 110673 | 210487 | 6,501 | 6,15 |       |       |        |        | 1,02   |
| D23    | 110666 | 210530 | 6,445 | 5,20 |       |       |        |        | 0,45   |
| D24    | 110641 | 210549 | 6,503 | 5,85 |       |       |        |        | 0,50   |
| D25    | 110708 | 210547 | 6,506 | 6,01 |       |       |        |        | 0,51   |
| D26    | 110732 | 210532 | 6,433 | 5,73 |       |       |        |        | 2,43   |

Alle D-putten werden geboord tot minstens in de KZ2-laag, dus doorheen de aangevoerde gronden. De SB-F1 putten werden geboord tot minstens in de KZ1-laag; de SB-F2-putten tot minstens in de KZ2-laag. In SB9, SB17, SB18 en SB20 ontbreekt de KZ2; deze boorplaatsen liggen ter hoogte van de oude bedding van het Kanaal Gent-Terneuzen waar de KZ2 vervangen is door aangevulde gronden.

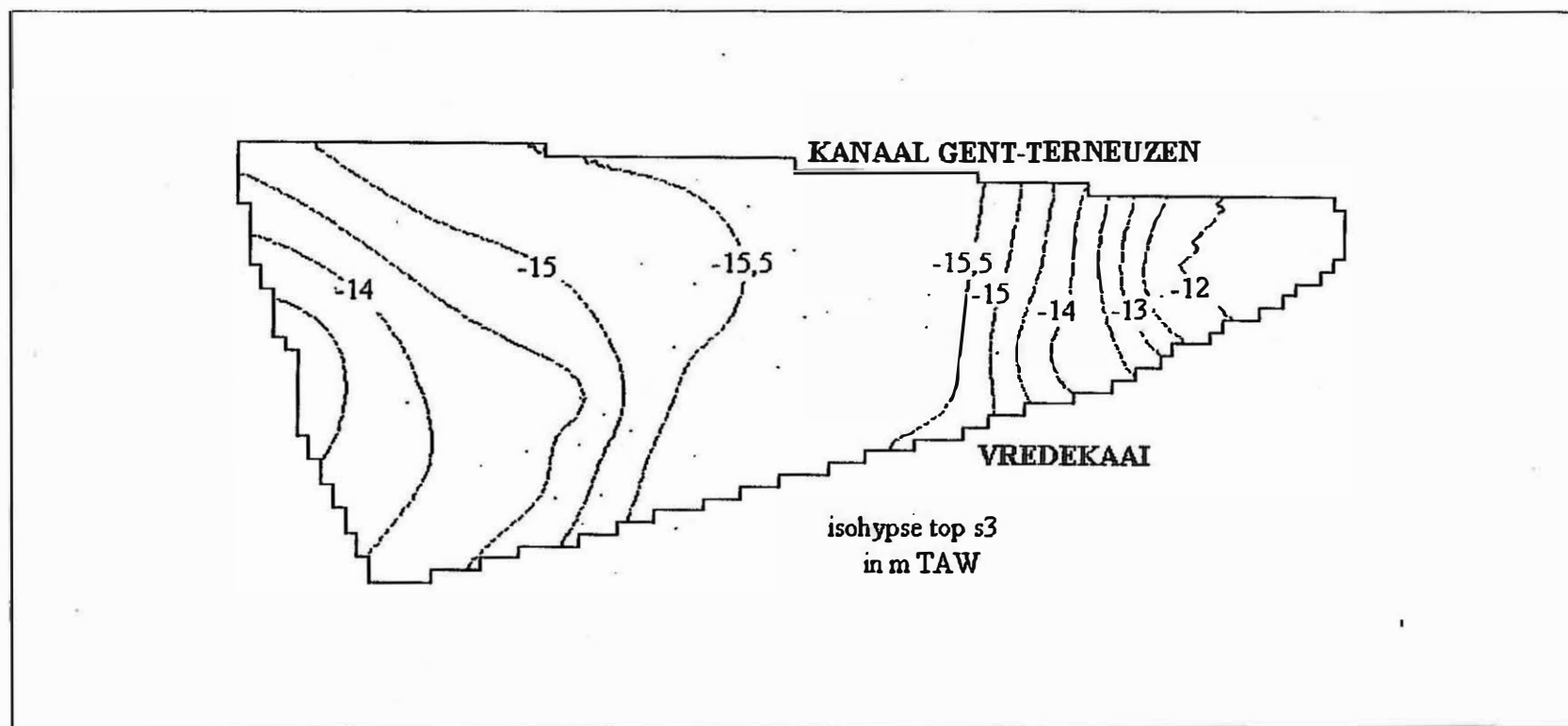


Figuur 6.1 Lithologische kontakvlakken (TINS) afgeleid uit de boringen door middel van triangulatie.

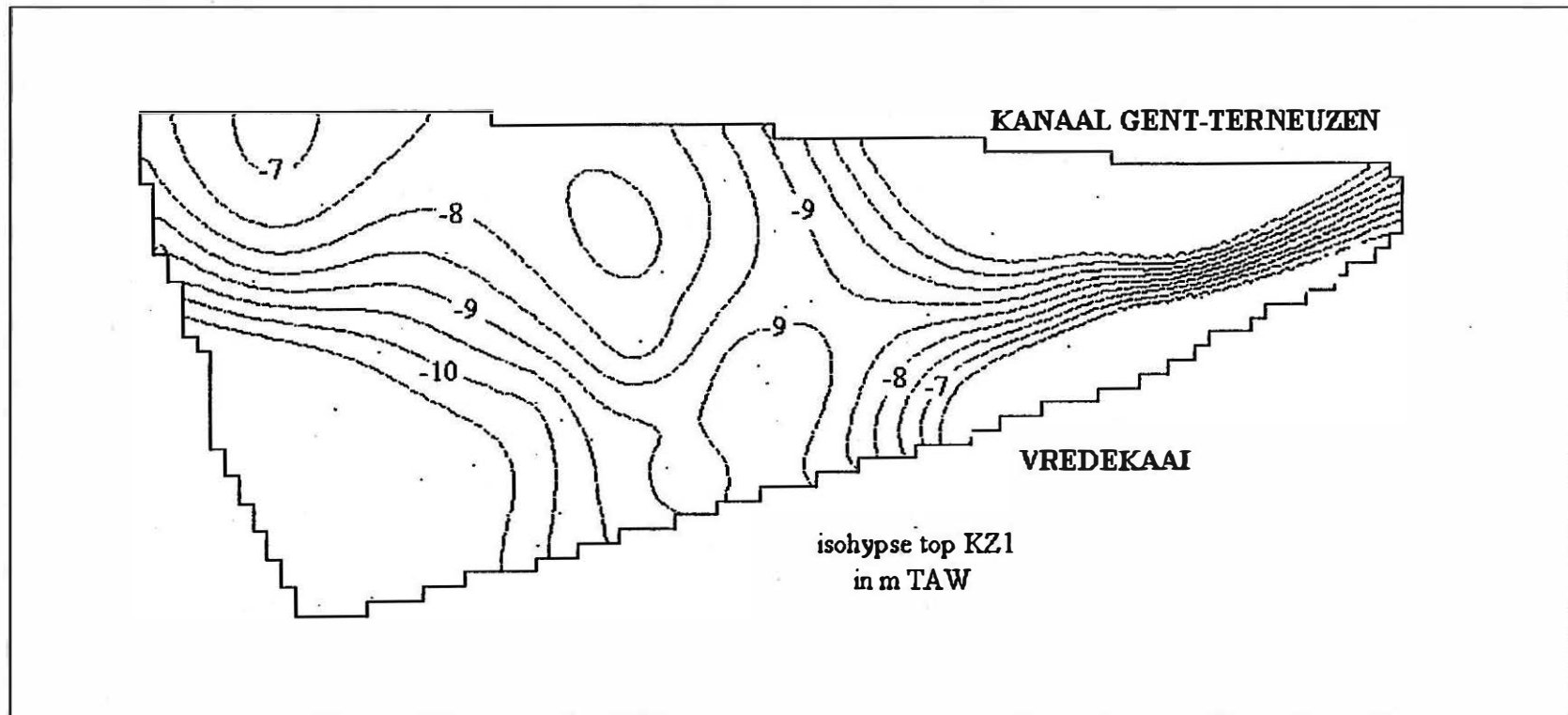


Figuur 6.2 Isohypsenskaart van de top van de eenheid a3.

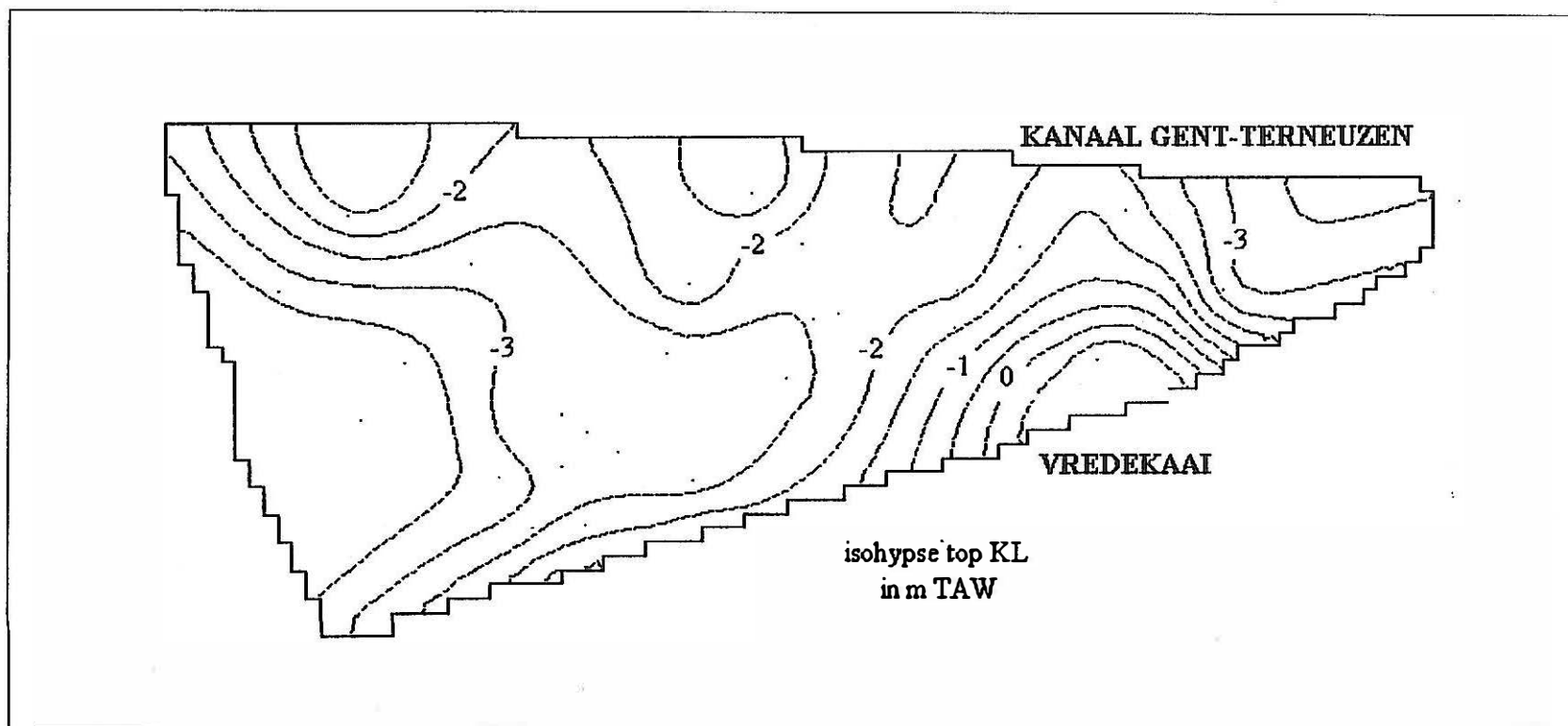




Figuur 6.3 Isohyphenkaart van de top van de eenheid s3 (= basis eenheid KZ1).

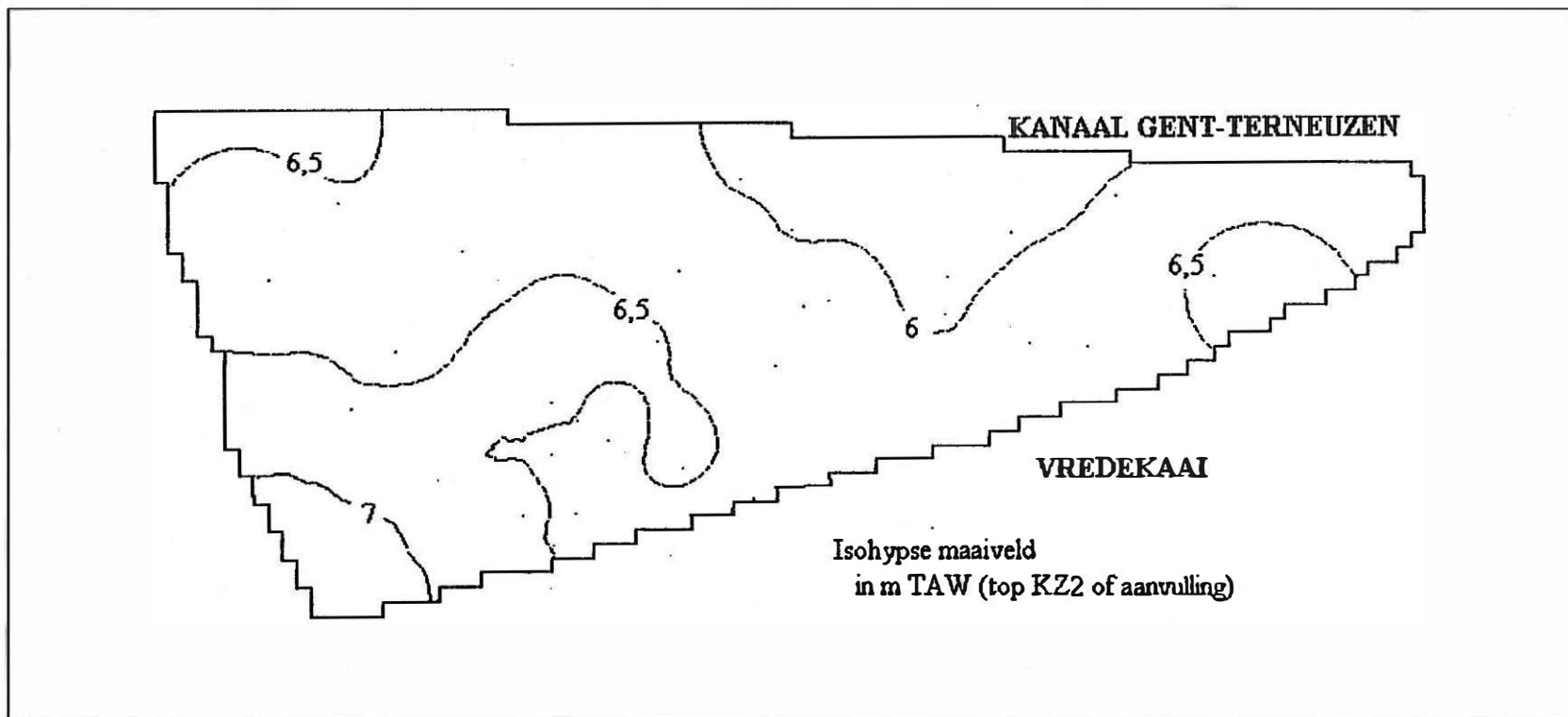


Figuur 6.4 Isohypsenaart van de top van de eenheid KZ1 (= basis eenheid KL).



Figuur 6.5 Isohypsenkaart van de top van de eenheid KL (= basis eenheid KZ2).





Figuur 6.6 Isohypsenkaart van het maaiveld.



## 6.2 Lagenopbouw

Van onderen naar boven onderscheidt men de volgende lagen:

### *De laag a3*

Deze eenheid bestaat hoofdzakelijk uit groengrijze, half stijve tot stijve klei met lenzen zandhoudende klei en kleihoudend zand. Samen met de diepere eenheden s2, a2, s1 en a1 vormt zij een zeer slecht-doorlatende laag van ca. 40 m dikte. De meeste diepe boringen werden tot ca. 1 m in deze eenheid gedreven. SB15 werd uitgevoerd om na te gaan of de dikte van de zeer slecht-doorlatende eenheid (a3) minstens 5 m bedroeg; de minimale dikte om als ondergrens in het mathematisch model te kunnen fungeren. Volgens de terreinmetingen voldoet de eenheid ter hoogte van het bedrijfsterrein aan dit criterium (er werd tot 5,1 m in de eenheid geboord). Ter hoogte van SB15 ligt de top van de eenheid a3 evenwel iets hoger dan in de overige boorplaatsen. Met inbegrip van deze laatste boring beschikt men over 10 punten waarvoor de diepteligging van de top van deze eenheid bekend is. De eenheid werd het hoogst aangetroffen in boring SB15 en het laagst in boring SB12. De triangulatie van het contactvlak a3/s3 geeft aan dat het peil van de top van de a3 binnen het bedrijfsterrein varieert van -14,17 tot -18,26 m TAW met een gemiddelde van -16,67 m TAW (standaardafwijking 1,13 m). De variatie is gedeeltelijk te wijten aan de onscherpe overgang tussen de eenheid s3 en de eenheid a3 in de boringen. Figuur 6.2 geeft de isohypsenkaart van de top van de eenheid a3 weer.

### *De laag s3*

De top van het Tertiair wordt gevormd door het zandig pakket s3 dat hoofdzakelijk bestaat uit donkergroen, klei en glauconiethoudend fijn zand met lenzen van klei en zandhoudende klei. De eenheid werd het hoogst aangetroffen in boring SB15 en het laagst in boring SB10. Volgens de triangulatie van het contactvlak s3/KZ1 varieert de top van de eenheid s3 binnen het bedrijfsterrein van -13,8 tot -15,8 m TAW met een gemiddelde van -14,7 m TAW (standaardafwijking 0,60 m). De dikte van de laag varieert volgens de boringen van 1,5 tot 3,8 m. Figuur 6.3 geeft de isohypsenkaart van de top van de eenheid s3 weer.

### *De laag KZ1*

De zandige eenheid KZ1 vormt de basislaag van het Kwartair; zij komt overal voor en is meestal opgebouwd uit fijn tot middelmatig (tot grof) zand en heeft een dikte die varieert van 4 tot 8,5 m. Volgens de boringen treft men de top van de eenheid meestal aan rond het peil -10 TAW maar zij kan ook ondieper liggen (ca. -5,5 TAW); de basis komt voor tussen -10,6 en -16,2 TAW. De top van de eenheid KZ1 varieert binnen het bedrijfsterrein van -5,7 tot -12,1 m TAW met een gemiddelde van -9,1 m TAW (standaardafwijking). Figuur 6.4 geeft de isohypsenkaart van de top van de eenheid KZ1 weer.



### ***De laag KL***

Op de zandige eenheid KZ1 ligt een pakket grijze leem met soms zandige zones. De dikte ervan varieert volgens de boorbeschrijvingen van 5,5 tot 8,0 m (uitgezonderd SB15); de top ligt tussen de peilen -1,2 en -3,4 TAW (afwijkend in SB3). De top van de eenheid KL in het bedrijfsterrein varieert van 1,0 tot -4,4 m TAW (afgeleid uit het triangulatievlak) met een gemiddelde van -2,24 m TAW (standaardafwijking 1,15 m). Figuur 6.5 geeft de isohypsenkaart van de top van de eenheid KZ1 weer. De eenheid gaat geleidelijk over in de boven- en onderliggende zandlaag zonder duidelijke grensvlakken.

### ***De laag KZ2***

De bovenste kwartaire laag wordt gevormd door de eenheid KZ2. Ze bestaat hoofdzakelijk uit glauconiet- en schelphoudend fijn zand. De dikte van de laag bedraagt volgens de boorbeschrijvingen 7 tot 9 m. Daar waar de aanvulling een belangrijke dikte bereikt, is de KZ2-eenheid minder dik. Het aangevulde materiaal en KZ2 zijn samen ca. 10 m dik. De top van de eenheid KZ2, met inbegrip van de aangevulde gronden (dit stemt dus overeen met de hoogteligging van het maaiveld), varieert op het bedrijfsterrein van 5,72 tot 6,96 m TAW met een gemiddelde van 6,27 m TAW (standaardafwijking 0,30 m). Rekening houdend met de aangevulde gronden varieert het peil van de top van de eenheid KZ2 (=basis aangevulde gronden) van 3,89 tot 6,8 m TAW; met een gemiddelde van 5,45 m TAW. Figuur 6.6 geeft de isohypsenkaart van het maaiveld weer.

### ***Aangevulde gronden***

De top van de KZ2 was oorspronkelijk het maaiveld. Heden is de top van de KZ2-laag op het bedrijfsterrein meestal gedeeltelijk vergraven en/of bedolven onder aanvullingsmateriaal. De samenstelling van de aangevoerde gronden varieert van plaats tot plaats; als belangrijkste componenten onderscheidt men:

- puin van vroegere bebouwingen (baksteen, beton, ...)
- keien (oppervlakte verhardingsmateriaal)
- sintels (diverse)
- kalkslib (restprodukt van de fenol neutralisatie)





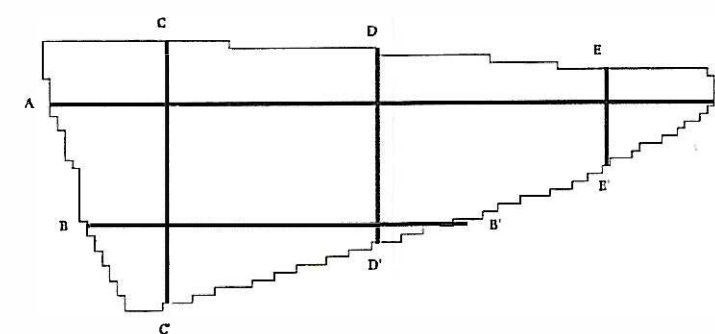
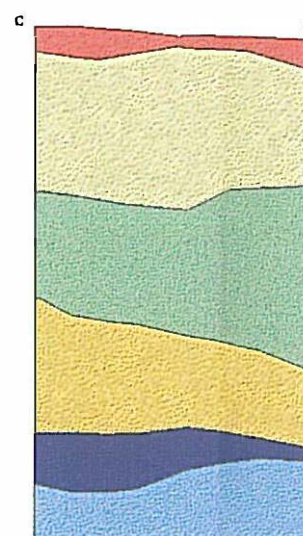
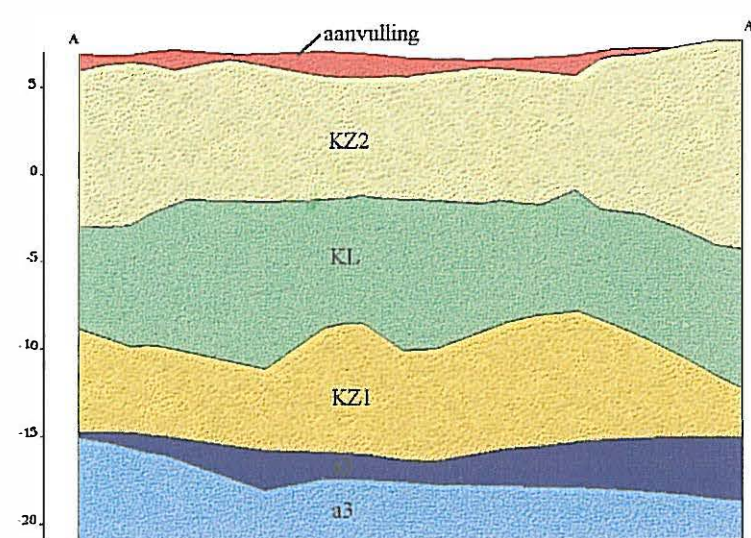
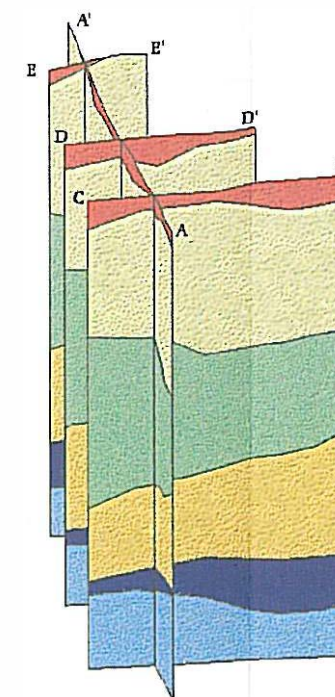
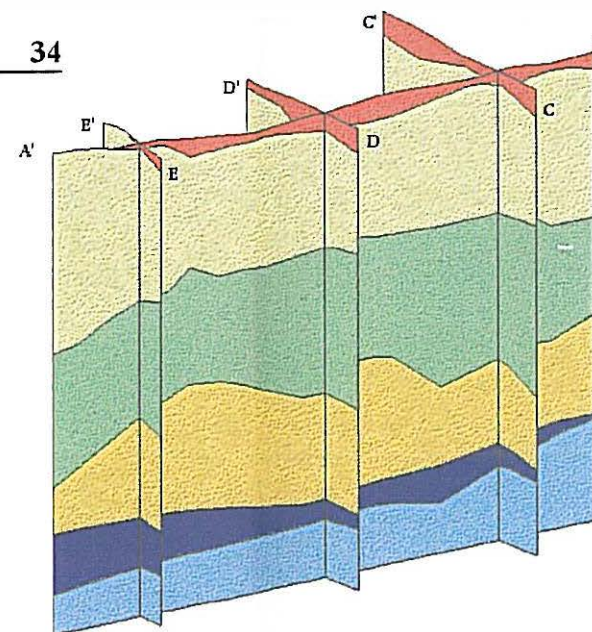
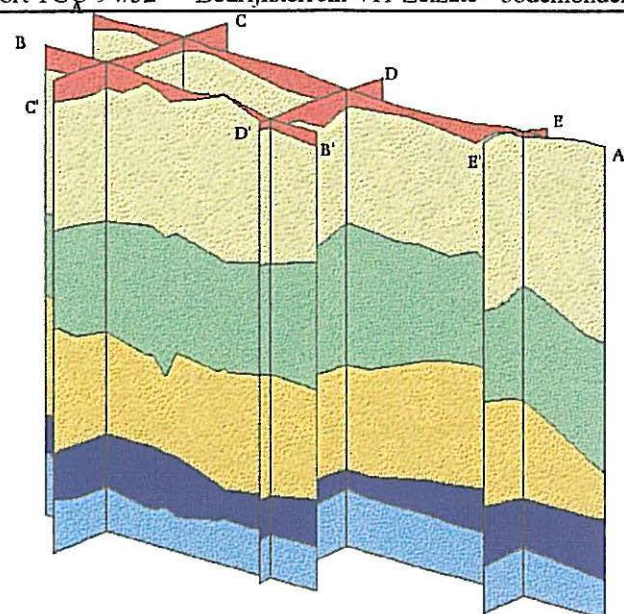
Tabel 6.2 Synthesetabel lithologische eenheden.

| eenheid               | aard   | gem. hoogteligging<br>van de top in m TAW | gem. dikte<br>in m * |
|-----------------------|--|---|----------------------|
| aangevulde<br>gronden | puin, leien, sintels, kalkslib                           | 6,268                                     | 0,82                 |
| KZ2                   | fijn zand  | 5,448                                     | 7,69                 |
| KL                    | leem - zandige leem                                      | -2,24                                     | 6,85                 |
| KZ1                   | middelmatig zand   | -9,09                                     | 5,62                 |
| s3                    | fijn zand - lenzen van klei en<br>zandhoudende klei      | -14,71                                    | 1,96                 |
| a3                    | klei met lenzen zandhoudende<br>klei en kleihoudend zand | -16,67                                    | >5 m                 |

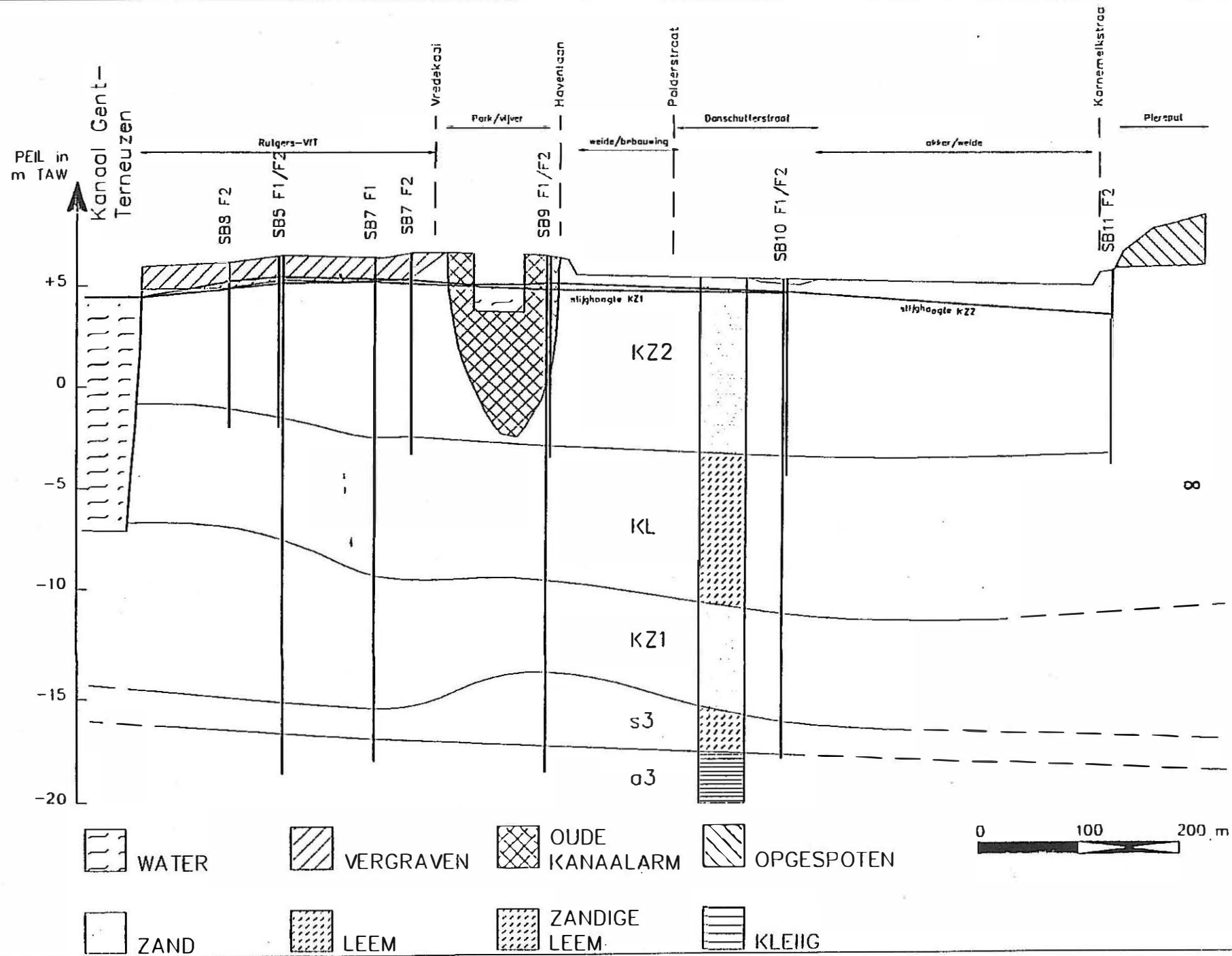
\*: berekend op basis van de triangulatie

De geologische bouw van het bedrijfsterrein is verduidelijkt aan de hand van een vijftal doorsneden (AA', BB', CC', DD' en EE') in figuur 6.7. De lagen zijn weergegeven aan de hand van een kleurcode: rood voor aangevoerde gronden, lichtgeel voor de KZ2-laag, groen voor de KL-laag, donkergeel voor de KZ1-laag, donkerblauw voor de s3-laag en lichtblauw voor de a3-laag. Het lithologisch model laat toe om voor het bedrijfsterrein dergelijke doorsneden op te stellen; eventueel tussen verschillende punten die niet op één rechte liggen. Voor elk van de kontakvlakken werd een isohypsenkaart opgesteld.

Figuur 6.8 geeft de geologische bouw ter hoogte van het bedrijfsterrein en de ruimere omgeving (TGO 93/38).



Figuur 6.7 lithostratigrafische bouw van het bedrijfsterrein



Figuur 6.8 geologische bouw ter hoogte van het bedrijfsterrein en de ruime omgeving





### 6.3 Hydrogeologische bouw

De aangevoerde gronden en de eenheid KZ2 vormen samen de kwartaire freatisch watervoerende laag; de basis is de slecht-doorlatende laag KL. Ter hoogte van de oude bedding van het zeekanaal (park met vijver - bushaltes - sporthal) ontbreekt de KZ2; in de plaats liggen er aangevulde (opgespoten) gronden afkomstig van de aanleg van de nieuwe kanaalbedding. Onder de KL-laag liggen twee hoofdzakelijk zandige eenheden; de eenheid KZ1 en de eenheid s3; beide vormen samen één watervoerende laag. Deze laatste is gescheiden van de freatisch watervoerende laag door de slecht-doorlatende laag KL en van diepere watervoerende lagen door de zeer slecht-doorlatende, kleiige eenheid a3. Deze laatste werd in de studie als basis van het hydrogeologisch systeem aanzien. Alhoewel dit in geen enkele boring uitgevoerd in het bestek van deze studie het geval was, kan de KL-laag ontbreken of zeer dun zijn waardoor beide watervoerende lagen als één geheel dienen aanzien te worden.

Aan de hand van pompproeven uitgevoerd ten zuiden van het bedrijfsterrein werden de volgende waarden voor de doorlatendheid K en de specifieke berging  $S'_A$  ingeschat (tabel 6.3).

Tabel 6.3      Inschatting hydraulische parameters (pompproeven).

|                           | KZ2                 | KL                  | KZ1                 |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| k (m/d)                   | 4                   | 0,05                | 13                  |
| $S'_A$ (m <sup>-1</sup> ) | $1,0 \cdot 10^{-4}$ | $0,5 \cdot 10^{-4}$ | $1,1 \cdot 10^{-4}$ |
| c (d)                     | 84                  | 200                 |                     |
| kD (m <sup>2</sup> /d)    | 48                  | -                   | 39                  |
| dikte (m)                 | 12                  | 6                   | 3                   |



## 7 GRONDWATERSTANDEN EN GRONDWATERSTROMING

### 7.1 Grondwaterstanden

Het grondwaterstromingspatroon in de diepe en ondiepe watervoerende laag werd bepaald uitgaande van grondwaterstandsmetingen in respectievelijk de diepe (SB..F1-putten) en ondiepe peilbuizen (SB..F2- en een aantal D-putten).

Voor de putten SB1 tot SB14 beschikt men over maandelijkse grondwaterstandsmetingen sinds december 1994 en over de grondwaterstanden van februari en maart 1994 (uitz. SB14 enkel metingen sinds maart 1995); voor de putten SB16 tot SB21 beschikt men over maandelijkse grondwaterstandsmetingen sinds november 1995. Peilbuis SB2F1 is onbruikbaar, peilbuis SB15F1 kon pas vanaf mei 1996 opgemeten worden.

Voor de D-putten beschikt men over maandelijkse metingen sinds november 1995 voor die putten die niet nabij een ondiep grondwaterstandsmeetpunt SB...F2-put gelegen zijn. De grondwaterstand in de overige D-putten werd niet gemeten; D9 is onbruikbaar en D18 is vernietigd.

De resultaten van de peilronden zijn opgenomen in tabellen 7.1 en 7.2.

De grondwaterstand in zowel de F1-, de F2- als in de D-putten kent een gelijkaardig verloop; de hoogste peilen worden gemeten in de periode januari-april, de laagste in de periode juli-september. Voor 1996 werden lagere waarden gemeten dan voor dezelfde periode in 1995 (invloed droogte) voor beide watervoerende lagen. Voor 1995 bedraagt het verschil in grondwaterstand van de KZ1-laag tussen de natte en de droge periode ca. 0,5 m; voor de KZ2-laag is dit verschil iets groter.

Het waterpeil in de vijver varieert van ca. 4,73 tot ca. 4,89 m TAW.

In februari 1996 werd het grondwaterpeil in de ondiepe watervoerende laag kunstmatig verlaagd ter hoogte van D18 voor de realisatie van bouwwerken; deze bemaling heeft zijn weerslag op de grondwaterstand in de putten D16, D17, D18, D20, SB3F2, SB6F2 en SB14F2. De invloed is het sterkst voor D18.

De grondwaterstand in SB17F1 & SB17F2 voor februari 1996, in SB5F1 voor februari 1995 en in SB12F1 voor februari 1994 wijkt af van het verwachte patroon. Hiermee werd rekening gehouden bij de evaluatie van het grondwaterstromingspatroon. Figuren 7.1, 7.2 en 7.3 illustreren de variatie in grondwaterstand voor respectievelijk de SBF1, SBF2 en D-putten.

Het grondwaterstromingspatroon voor het bedrijfsterrein werd opgesteld aan de hand van de beschikbare grondwaterstandsmetingen en van de oppervlaktewaterstanden van de vijver. Het waterpeil van de vijver werd tegelijkertijd met de peilronde gemeten; voor het Kanaal Gent-Terneuzen werd een vast streefpeil (4,45 m TAW) aangenomen. Aan de hand van de puntwaarnemingen werden stijghoogtekaarten voor de verschillende peilronden opgesteld.

Tabel 7.1

Grondwaterstandsmetingen SB-putten.

## peilmetingen SB-putten

|        |       |       |          | 1994    |          |          | 1995    |         |         |         |         |         |         | 1996     |         |   |         |         |         |         |         |  |  |
|--------|-------|-------|----------|---------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---|---------|---------|---------|---------|---------|--|--|
| nr     | meter | mv    | peilbuis | 0/02/94 | 28/02/94 | 14/03/94 | 1/12/94 | 7/01/95 | 0/02/95 | 1/03/95 | 1/04/95 | 1/05/95 | 1/06/95 | 28/06/95 | 1/08/95 | 3/10/95                                   | 6/11/95 | 1/12/95 | 1/01/96 | 1/02/96 | 1/03/96 |  |  |
| 1      | F1    | 0,150 | 0,833    | 5,433   | 5,459    | 5,275    | 5,183   | 5,589   | 5,685   | 5,589   | 5,481   | 5,381   | 4,845   | 4,991    | 5,013   | 5,169                                     | 4,890   | 5,039   | 5,245   | 5,010   | 5,288   |  |  |
|        | F2    | 0,150 | 0,887    | 5,687   | 5,715    | 5,475    | 5,340   | 5,682   | 5,945   | 5,889   | 5,748   | 5,584   | 4,981   | 5,089    | 5,127   | 5,394                                     | 5,007   | 5,187   | 5,459   | 5,128   | 5,530   |  |  |
| 2      | F1    | 0,070 | 7,133    | 5,173   | 5,250    | 5,155    | 5,037   | 5,278   | 5,383   | 5,377   | 5,223   | 5,133   | 4,828   | 4,948    | 4,933   | 4,988 polymeer prop / aantastend peilbuis |         |         |         |         |         |  |  |
|        | F2    | 0,070 | 7,040    | 5,480   | 5,510    | 5,422    | 5,288   | 5,572   | 5,853   | 5,838   | 5,484   | 5,373   | 5,208   | 5,178    | 5,170   | 5,224                                     | 5,077   | 5,170   | 5,322   | 5,197   | 5,344   |  |  |
| 3      | F1    | 0,280 | 0,737    | 4,577   | 4,875    | 4,883    | 4,487   | 4,727   | 4,751   | 4,759   | 4,842   | 4,589   | 4,421   | 4,438    | 4,353   | 4,479                                     | 4,331   | 4,400   | 4,488   | 4,230   | 4,585   |  |  |
|        | F2    | 0,280 | 0,734    | 4,774   | 4,834    | 4,528    | 4,587   | 4,958   | 5,001   | 5,031   | 4,818   | 4,704   | 4,494   | 4,492    | 4,397   | 4,528                                     | 4,378   | 4,474   | 4,589   | 4,299   | 4,884   |  |  |
| 4      | F2    | 0,430 | 0,734    | 5,524   | 5,548    | 5,339    | 5,244   | 5,784   | 5,788   | 5,759   | 5,550   | 5,482   | 5,112   | 5,104    | 5,108   | 5,254                                     | 4,948   | 5,109   | 5,324   | 5,088   | 5,384   |  |  |
| 5      | F1    | 0,380 | 0,844    | 4,524   | 4,882    | 4,838    | 4,783   | 5,009   | 5,058   | 5,079   | 4,944   | 4,884   | 4,738   | 4,748    | 4,728   | 4,792                                     | 4,824   | 4,888   | 4,859   | 4,884   | 4,834   |  |  |
|        | F2    | 0,380 | 0,587    | 5,287   | 5,307    | 5,209    | 5,019   | 5,341   | 5,370   | 5,399   | 5,252   | 5,182   | 5,012   | 5,057    | 5,085   | 5,104                                     | 4,883   | 4,883   | 5,105   | 5,072   | 5,215   |  |  |
| 6      | F2    | 0,070 | 0,475    | 4,855   | 4,782    | 4,801    | 4,588   | 4,839   | 4,858   | 4,889   | 4,727   | 4,881   | 4,542   | 4,585    | 4,485   | 4,588                                     | 4,441   | 4,500   | 4,351   | 4,305   | 4,885   |  |  |
| 7      | F1    | 0,080 | 0,418    | 4,838   | 5,004    | 4,883    | 4,783   | 5,058   | 5,113   | 5,133   | 4,978   | 4,888   | 4,738   | 4,748    | 4,718   | 4,788                                     | 4,598   | 4,708   | 4,793   | 4,838   | 4,853   |  |  |
|        | F2    | 0,450 | 0,785    | 5,155   | 5,183    | 5,074    | 4,939   | 5,285   | 5,315   | 5,328   | 5,188   | 5,078   | 4,907   | 4,943    | 4,805   | 4,955                                     | 4,703   | 4,845   | 4,950   | 4,815   | 5,015   |  |  |
| 8      | F2    | 5,930 | 0,258    | 5,013   | 5,090    | 4,932    | 4,784   | 5,180   | 5,158   | 5,203   | 4,988   | 4,888   | 4,880   | 4,880    | 4,883   | 4,938                                     | 4,878   | 4,788   | 4,858   | 4,771   | 4,888   |  |  |
| 9      | F1    | 0,340 | 0,238    | 4,898   | 4,788    | 4,814    | 4,528   | 4,838   | 4,845   | 4,880   | 4,708   | 4,832   | 4,438   | 4,438    | 4,378   | 4,508                                     | 4,348   | 4,458   | 4,538   | 4,383   | 4,838   |  |  |
|        | F2    | 0,340 | 0,204    | 4,884   | 4,888    | 4,871    | 4,738   | 5,142   | 5,192   | 5,208   | 4,882   | 4,818   | 4,842   | 4,844    | 4,808   | 4,814                                     | 4,488   | 4,834   | 4,784   | 4,584   | 4,858   |  |  |
| 10     | F1    | 5,300 | 5,288    | 4,388   | 4,488    | 4,288    | 4,204   | 4,521   | 4,484   | 4,513   | 4,385   | 4,297   | 4,089   | 4,057    | 4,034   | 4,184                                     | 4,019   | 4,149   | 4,221   | 4,047   | 4,345   |  |  |
|        | F2    | 5,300 | 5,230    | 4,480   | 4,588    | 4,340    | 4,240   | 4,830   | 4,542   | 4,570   | 4,402   | 4,327   | 4,073   | 4,084    | 3,940   | 4,188                                     | 4,030   | 4,198   | 4,280   | 4,100   | 4,422   |  |  |
| 11     | F2    | 5,650 | 5,504    | 3,384   | 3,432    | 3,357    | 3,249   | 3,417   | 3,438   | 3,489   | 3,412   | 3,344   | 3,174   | 3,139    | 3,004   | 3,188                                     | 3,154   | 3,214   | 3,231   | 3,184   | 3,318   |  |  |
| 12     | F1    | 0,540 | 0,535    | 5,748   | 5,111    | 5,001    | 4,945   | 5,221   | 5,280   | 5,288   | 5,155   | 5,051   | 5,175   | 4,885    | 4,885   | 4,845                                     | 4,755   | 4,880   | 4,888   | 4,811   | 4,885   |  |  |
|        | (F2)  |       | 0,535    | 5,382   | 5,490    | 5,368    | 5,230   | 5,533   | 5,881   | 5,585   | 5,475   | 5,325   | 4,875   | 5,185    | 5,150   | 5,230                                     | 5,032   | 5,145   | 5,288   | 5,205   | 5,344   |  |  |
| 13     | F1    | 0,780 | 0,975    | 4,920   | 4,888    | 4,857    | 4,750   | 5,029   | 5,081   | 5,095   | 4,941   | 4,845   | 4,883   | 4,888    | 4,883   | 4,739                                     | 4,551   | 4,080   | 4,895   | 4,835   | 4,835   |  |  |
|        | F2    | 0,780 | 0,883    | 5,234   | 5,234    | 5,189    | 5,028   | 5,297   | 5,353   | 5,358   | 5,165   | 5,088   | 4,973   | 4,983    | 4,937   | 5,008                                     | 4,828   | 4,971   | 5,100   | 4,973   | 4,708   |  |  |
| 14     | F2    | 5,840 | 0,172    |         |          |          |         |         |         | 5,202   | 4,972   | 4,804   | 4,889   | 4,740    | 4,709   | 4,842                                     | 4,557   | 4,888   | 4,750   | 4,272   | 4,814   |  |  |
| 15     | F1    | 0,522 | 0,433    |         |          |          |         |         |         |         |         |         |         |          |         | peilbuis onder M.N. tank                  |         |         |         |         |         |  |  |
|        |       |       |          |         |          |          |         |         |         |         |         |         |         |          |         | 4,342                                     | 4,390   | 4,438   | 4,282   | 4,530   |         |  |  |
| 16     | F1    | 0,727 | 7,022    |         |          |          |         |         |         |         |         |         |         |          |         | 5,143                                     | 5,258   | 5,388   | 4,700   | 4,930   |         |  |  |
| 17     | F1    | 0,580 | 0,410    |         |          |          |         |         |         |         |         |         |         |          |         | 4,859                                     | 4,940   | 5,028   | 4,858   | 5,084   |         |  |  |
|        | F2    | 0,568 | 0,434    |         |          |          |         |         |         |         |         |         |         |          |         | 4,847                                     | 4,778   | 4,842   | 4,897   | 4,897   |         |  |  |
| 18     | F1    | 5,811 | 5,892    |         |          |          |         |         |         |         |         |         |         |          |         | 4,754                                     | 4,840   | 4,882   | 4,830   | 4,948   |         |  |  |
|        | F2    | 0,578 | 0,425    |         |          |          |         |         |         |         |         |         |         |          |         | 5,002                                     | 5,215   |         | 5,212   | 5,413   |         |  |  |
| 19     | F2    | 0,410 | 0,275    |         |          |          |         |         |         |         |         |         |         |          |         | 5,081                                     | 5,184   | 5,232   | 5,185   | 5,250   |         |  |  |
| 20     | F2    | 0,971 | 0,832    |         |          |          |         |         |         |         |         |         |         |          |         | 4,508                                     | 4,858   | 4,728   | 4,000   | 4,858   |         |  |  |
| 21     | F2    | 5,828 | 5,728    |         |          |          |         |         |         |         |         |         |         |          |         | 4,727                                     | 4,782   | 4,792   | 4,782   | 4,807   |         |  |  |
| vijver |       |       |          | 5,027   |          |          | 4,847   | 4,812   | 4,882   | 4,877   | 4,787   | 4,791   | 4,772   | 4,782    | 4,742   | 4,727                                     | 4,727   | 4,782   | 4,792   | 4,782   | 4,807   |  |  |



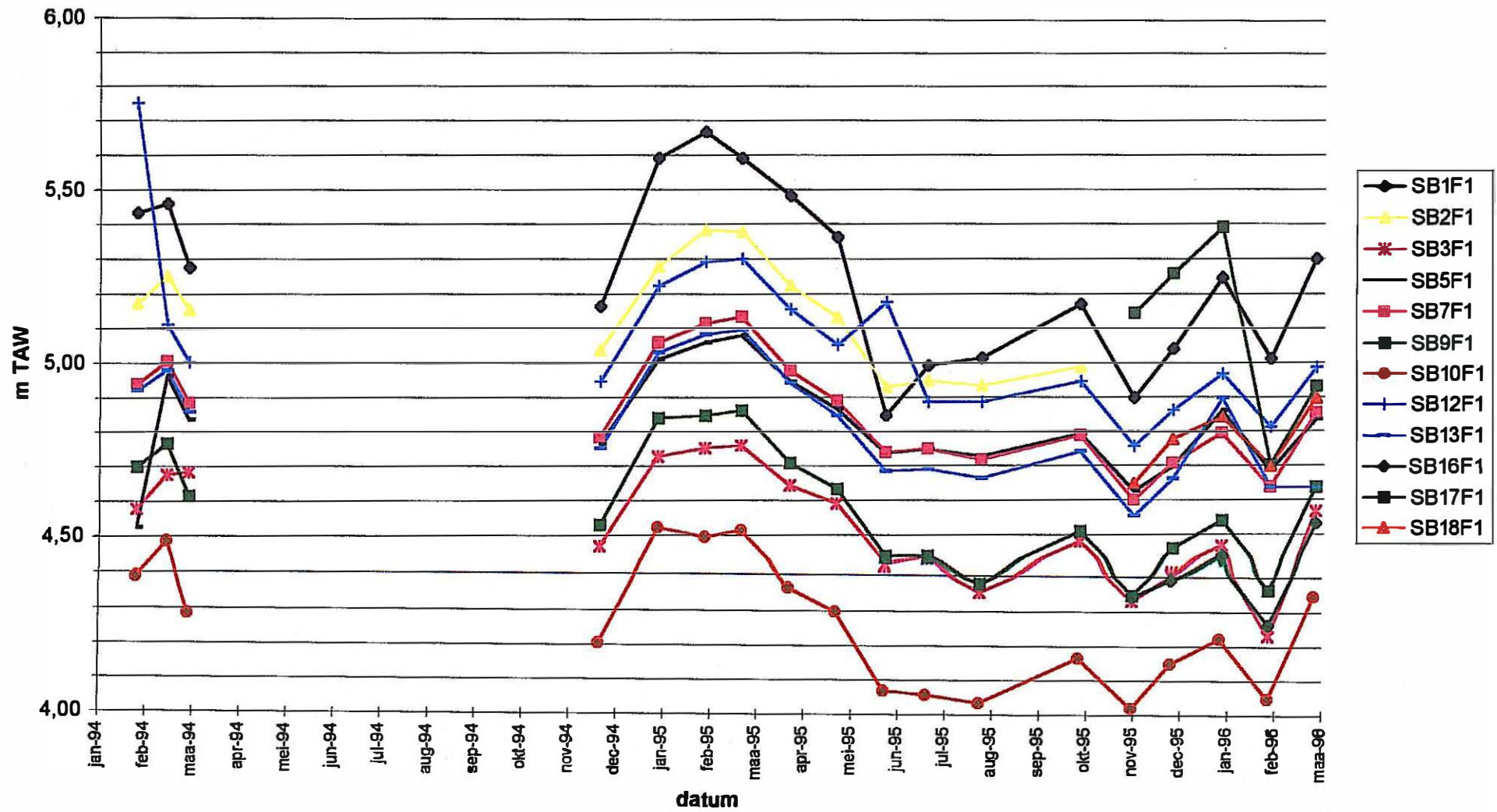




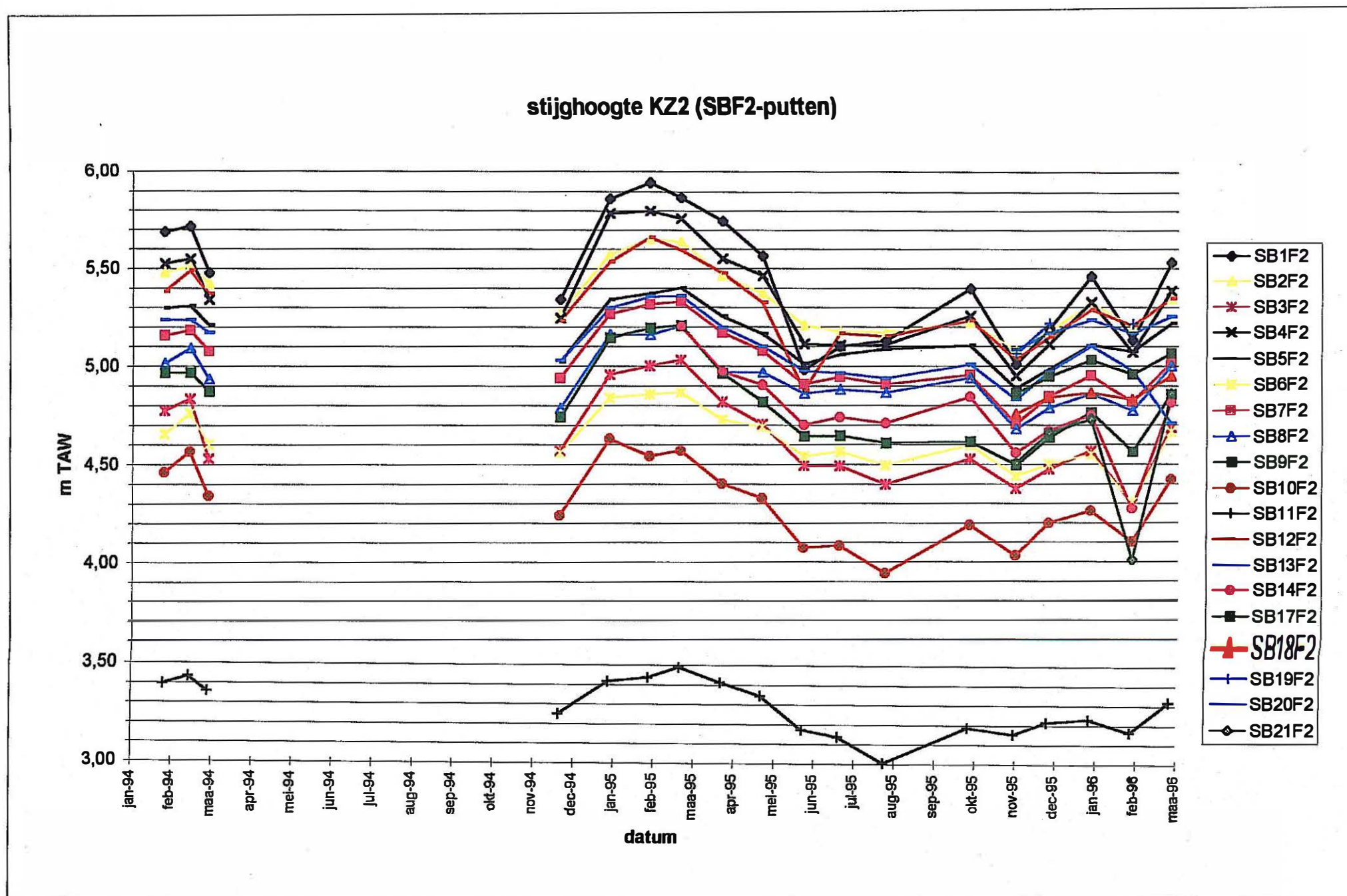
| peilmetingen D-putten |       |              |                  |         |         |         |              |
|-----------------------|-------|--------------|------------------|---------|---------|---------|--------------|
|                       |       |              | 1995             |         | 1996    |         |              |
| n°                    | mv    | top peilbuis | 6/11/95          | 1/12/95 | 1/01/96 | 1/02/96 | 1/03/96      |
| 1                     | 6,239 | 6,762        |                  |         |         |         |              |
| 2                     | 6,575 | 6,970        | 5,090            | 5,240   | 5,410   | 5,267   | 5,51         |
| 3                     | 6,352 | 7,030        | 5,072            | 5,207   | 5,420   | 5,225   | 5,3          |
| 4                     | 6,210 | 6,058        | 4,974            | 5,094   | 5,358   | 5,137   | 5,368        |
| 5                     | 6,800 | 6,661        | 5,139            | 5,291   | 5,399   | 5,229   | 5,441        |
| 6                     | 6,538 | 6,970        |                  |         |         |         |              |
| 7                     | 6,777 | 7,183        |                  |         |         |         |              |
| 8                     | 6,217 | 6,703        | 5,045            | 5,139   | 5,269   | 5,131   | 5,303        |
| 9                     | 6,546 | 6,396        | prop in peilbuis |         |         |         |              |
| 10                    | 6,068 | 6,457        | 4,787            | 4,915   | 5,007   | 4,862   | 5,077        |
| 11                    | 6,340 | 6,632        |                  |         |         |         |              |
| 12                    | 6,057 | 6,470        | 4,729            | 4,864   | 4,964   | 4,804   | 5,039        |
| 13                    | 6,183 | 6,604        | 4,691            | 4,831   | 4,927   | 4,732   | 4,994        |
| 14                    | 5,968 | 6,460        | 4,692            | 4,832   | 4,938   | 4,788   | 5,033        |
| 15                    | 5,968 | 6,339        |                  |         |         |         |              |
| 16                    | 5,960 | 6,308        | 4,578            | 4,706   | 4,796   | 4,375   | 4,848        |
| 17                    | 6,312 | 6,809        | 4,433            | 4,541   | 4,629   | 4,247   | 4,717        |
| 18                    | 5,949 | 6,446        | 4,476            | 4,566   | 4,613   | 3,214   | bestaat niet |
| 19                    | 6,145 | 6,524        |                  |         |         |         |              |
| 20                    | 6,755 | 7,043        | 4,363            | 4,415   | 4,483   | 4,326   | 4,631        |
| 21                    | 6,221 | 6,713        |                  |         |         |         |              |
| 22                    | 6,501 | 7,022        |                  |         |         |         |              |
| 23                    | 6,445 | 6,541        |                  |         |         |         |              |
| 24                    | 6,503 | 6,441        |                  |         |         |         |              |
| 25                    | 6,506 | 7,000        |                  |         |         |         |              |
| 26                    | 6,433 | 6,482        |                  |         |         |         |              |

Tabel 7.2    grondwaterstandsmetingen D-putten

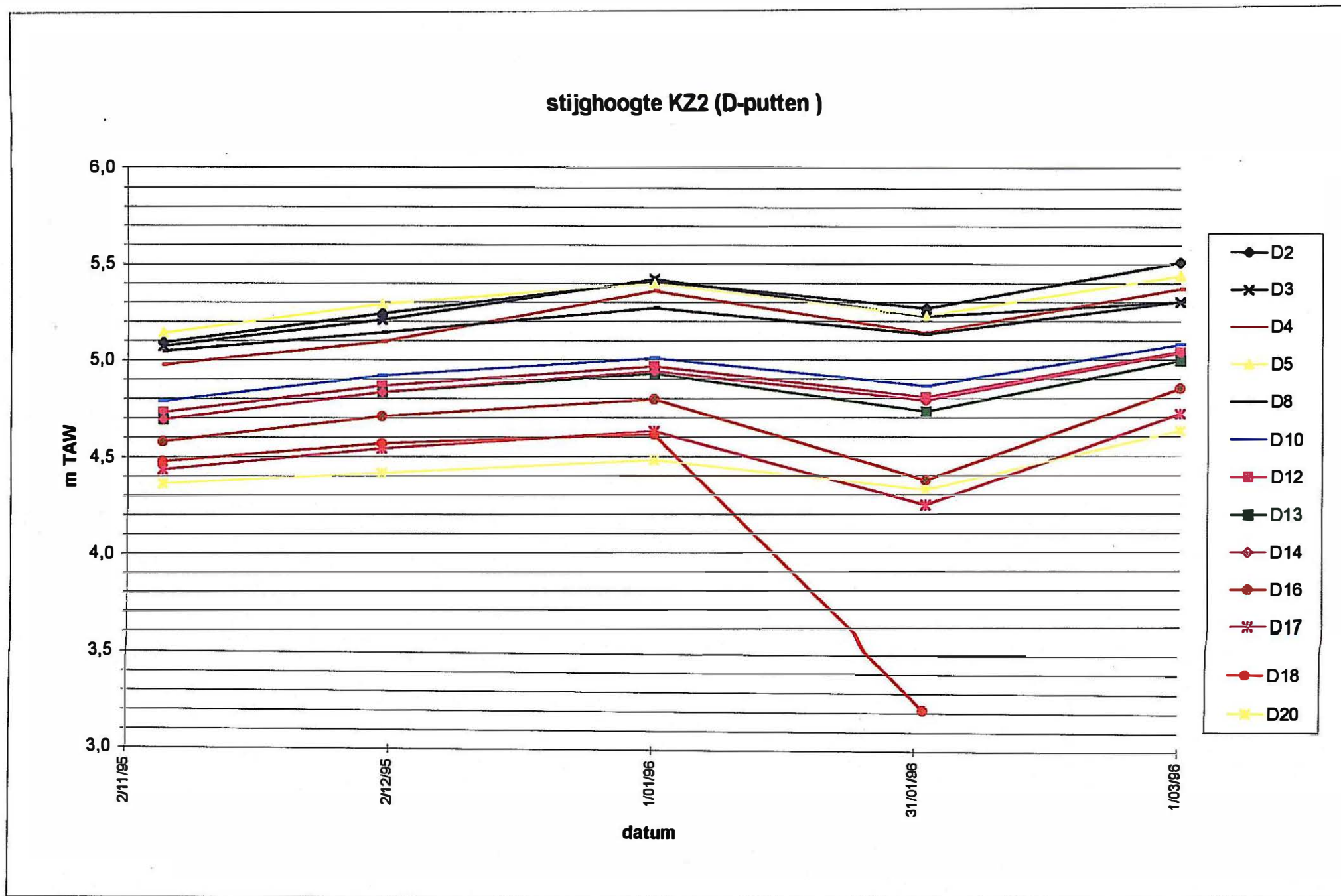
# stijghoogte KZ1 (SBF-putten)



Figuur 7.1 Grondwaterstanden diepe watervoerende laag (SB..F1-putten).



Figuur 7.2 Grondwaterstanden ondiepe watervoerende laag (SB..F2-putten).



**Figuur 7.3** Grondwaterstanden ondiepe watervoerende laag (D-putten).





## 7.2 Grondwaterstromingspatroon

Voor februari en augustus 1995 en voor februari en maart 1996 werd het grondwaterstromingspatroon voor beide watervoerende lagen getekend. Figuren 7.4, 7.5, 7.6 en 7.7 geven de isohypsenkaarten (lijnen met gelijke grondwaterstanden) voor beide watervoerende lagen weer. Het stijghoogte-interval (verschil tussen 2 isohypsen) bedraagt 0,1 m. De waarden werden geïnterpoleerd tussen 4,450 (min) en 6,000 (max) m TAW.

Figuur 7.5 geeft het stromingspatroon tijdens de droge periode weer (augustus 1995), figuren 7.4 en 7.7 de toestand tijdens de natte periode (februari 1995 en maart 1996). Figuur 7.6 geeft de toestand weer in februari 1996. In tegenstelling tot 1995 betreft het een droge periode veroorzaakt door de bemaling van de KZ2 ter hoogte van meetpunt D18.

Ter hoogte van het bedrijfsterrein is de grondwaterstroming in de diepe watervoerende laag hoofdzakelijk naar het kanaal Gent-Terneuzen (naar het westen) gericht. Hieraan ondergeschikt is er een noord-noordoostelijke grondwaterstromingscomponent. Uit de metingen blijkt eveneens een, zij het eerder geringe, grondwaterstroming, vooral tijdens de droge periode, in noordoostelijke richting (richting park met vijver en polders).

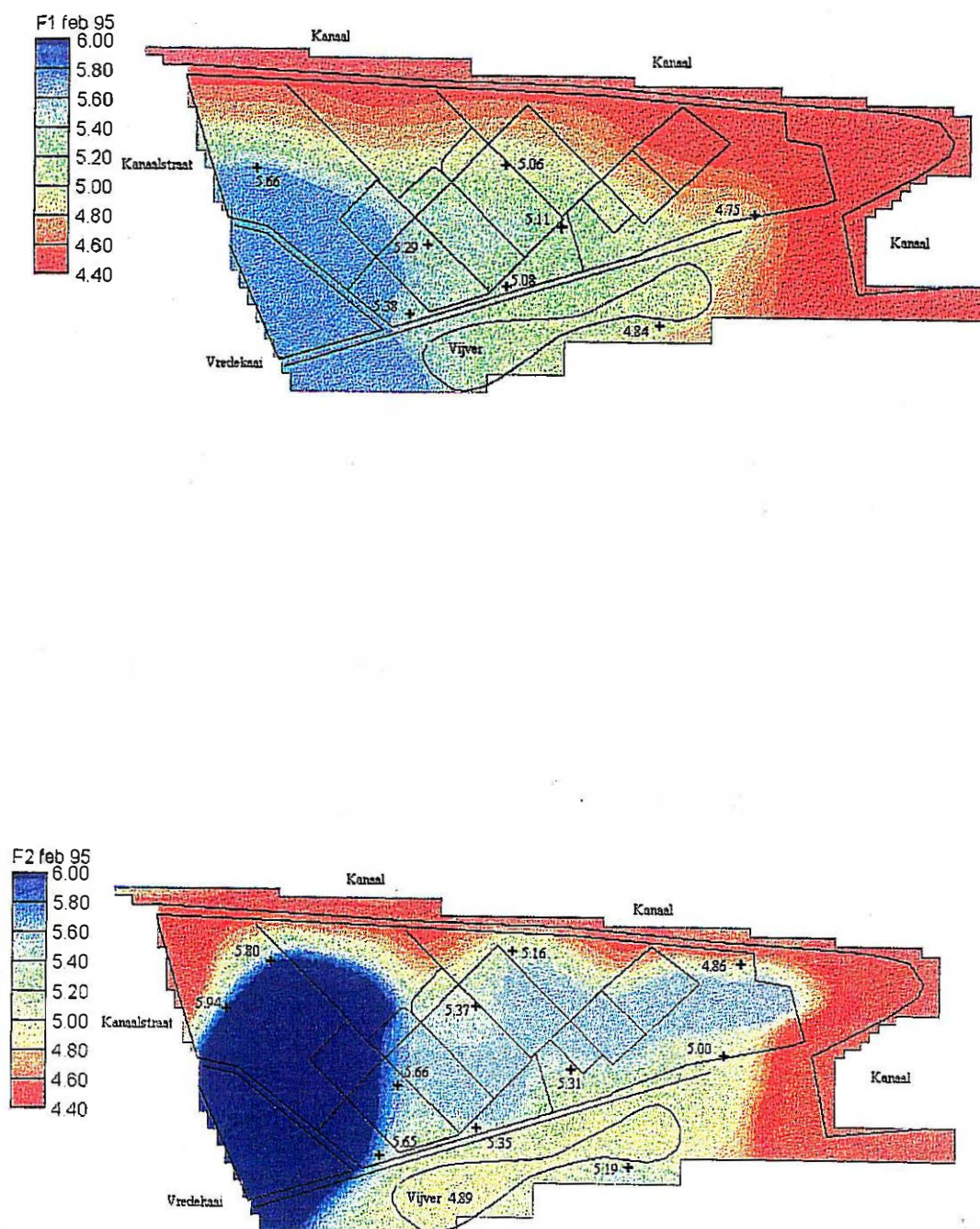
Het grondwater in de ondiepe watervoerende laag stroomt in dezelfde richting als in de diepe watervoerende laag met uitzondering van de noordoostelijke component. In deze laatste wijzen alle peilronden op een duidelijke grondwaterstroming vanuit het bedrijfsterrein in de richting van het park met vijver. Net ten zuiden van de vijver (SB9F2) meet men hogere grondwaterstanden dan het waterpeil in de vijver; verder zuidwaards, richting bebouwing en polders, worden terug lagere waarden gemeten. De grondwaterstromingscomponent in de richting van de vijver blijkt uit het profiel D2-D5-SB2F2-SB17F-vijver. Langsheen dit profiel worden opeenvolgend lagere grondwaterstanden gemeten in de richting van de vijver (nov-95: 5,09-5,14-5,08-4,86-4,73; dec-95: 5,24-5,29-5,17-4,95-4,78; jan-96: 5,41-5,40-5,32-5,03-4,79; feb-96: 5,27-5,23-5,20-4,96-4,78 en mrt-96: 5,51-5,44-5,34-5,06-4,81); deze stroming treed zowel tijdens de droge als tijdens de natte periode op. De stroming in de richting van de vijver is het meest uitgesproken (op basis van de beschikbare meetgegevens) tijdens de natte periode (februari 1995). Voor maart 1996 werd een effectieve grondwaterstromingssnelheid (porositeit 0,35; hydraulische doorlatendheid 6 m/d) berekend van 0,06 m/d tussen D2 en de vijver, voor november 1995 werd een waarde van 0,03 m/d berekend. Alhoewel water in de richting van de vijver stroomt is de grondwaterstroming naar het kanaal het belangrijkste. De aanwezigheid van de oude kaaimuur tussen het bedrijfsterrein en de vijver blijkt niet uit de grondwaterstanden.

Figuur 7.8 geeft het stijghoogteverschil tussen beide watervoerende lagen voor de grondwaterstandsmeetpunten in beide watervoerende lagen. De grondwaterstand in de KZ2 is meestal hoger dan deze in de KZ1; hetgeen een neerwaartse stroming impliceert. Deze is het grootst tijdens de natte periode en het kleinst tijdens de droge periode. Het verschil in grondwaterstand tussen beide watervoerende lagen bedraagt ca. 0,3 m voor de natte- en ca. 0,2 m voor de droge periode (gemiddelde van alle meetpunten); tijdens de droge periode is de variatie in neerwaartse stroming in de meetpunten groter dan tijdens de natte periode. Voor het

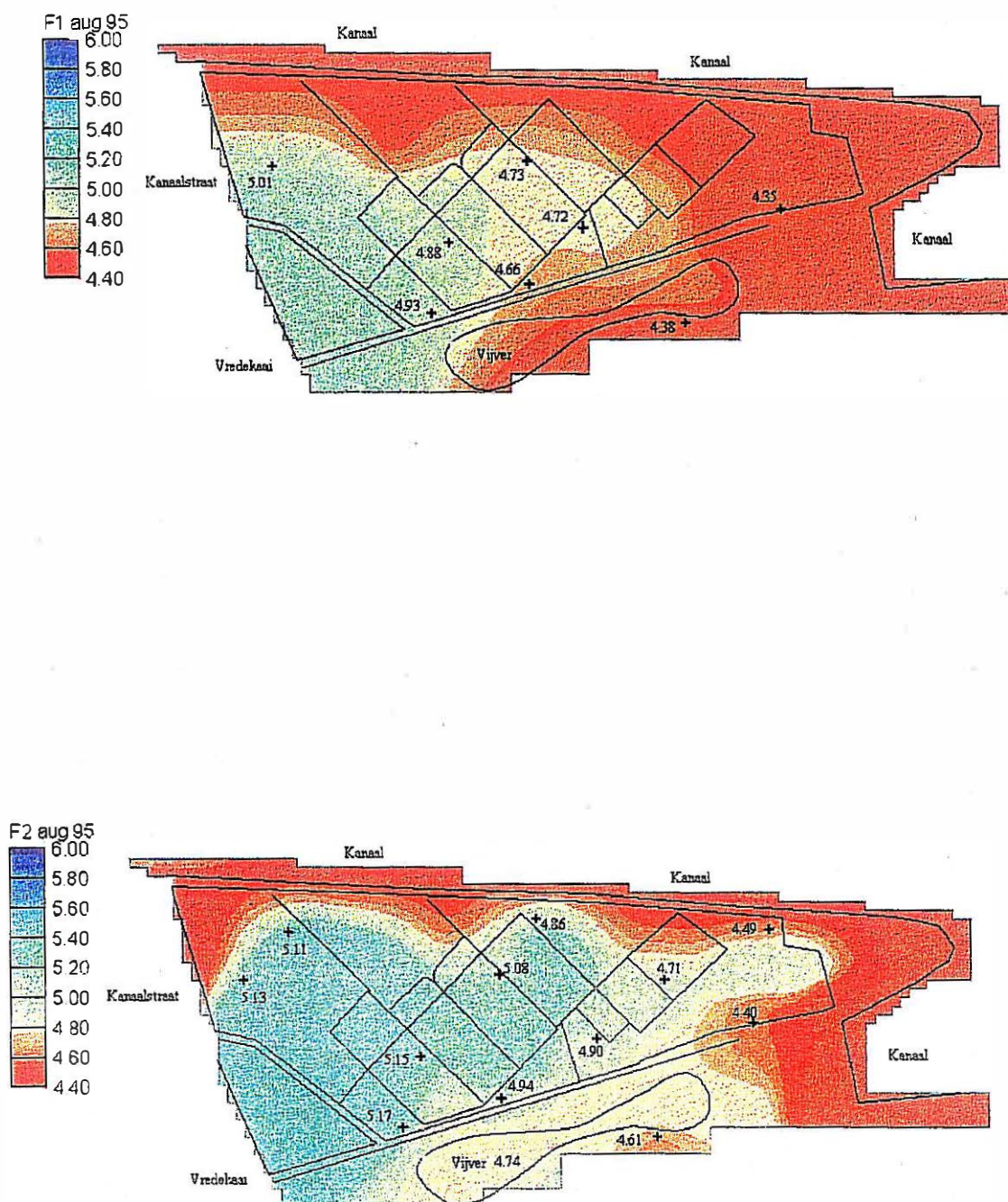


bedrijfsterrein werd een gemiddelde neerwaartse stroming (op basis van de meetpunten binnen het bedrijfsterrein) van 0,200 m berekend; voor de omgeving van de vijver werd een waarde van 0,227 m berekend en voor de polders een waarde van 0,040 m.

De grondwaterstanden in SB19, SB20, SB21 en SB11 geven informatie omtrent de grondwaterstroming in de KZ2-laag voor de ruime omgeving. De grondwaterstanden in SB11 duiden op een meer uitgebreide stroming naar de polders toe vanuit het bedrijfsterrein, het park en de bebouwde zone. Het stijghoogteverschil tussen het bedrijfsterrein (en de bebouwde zone) en de polders bedraagt 1 tot 2 m. De grondwaterstand varieert in de polder tussen 3,0 en 3,5 m TAW; ook hier vindt men de seizoenvariatie (verschil tussen droge en natte periode) in de meetgegevens terug. De grondwaterstand in de peilbuizen in het centrum van Zelzate (SB19, SB20 en SB21) is vergelijkbaar met die in de zuidelijke helft van het bedrijfsterrein; waaruit men kan afleiden dat er geen water vanuit het bedrijfsterrein in de richting van Zelzate stroomt.

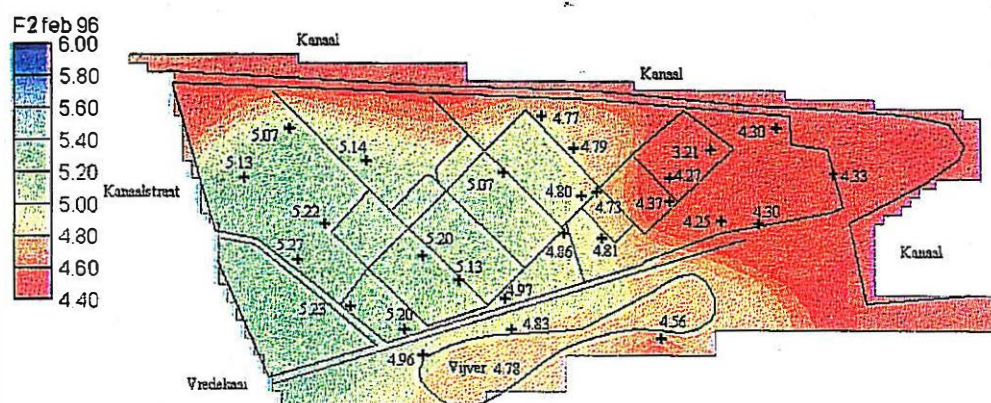


Figuur 7.4 Grondwaterstroming in de diepe (F1) en ondiepe (F2) watervoerende laag (februari 1995).

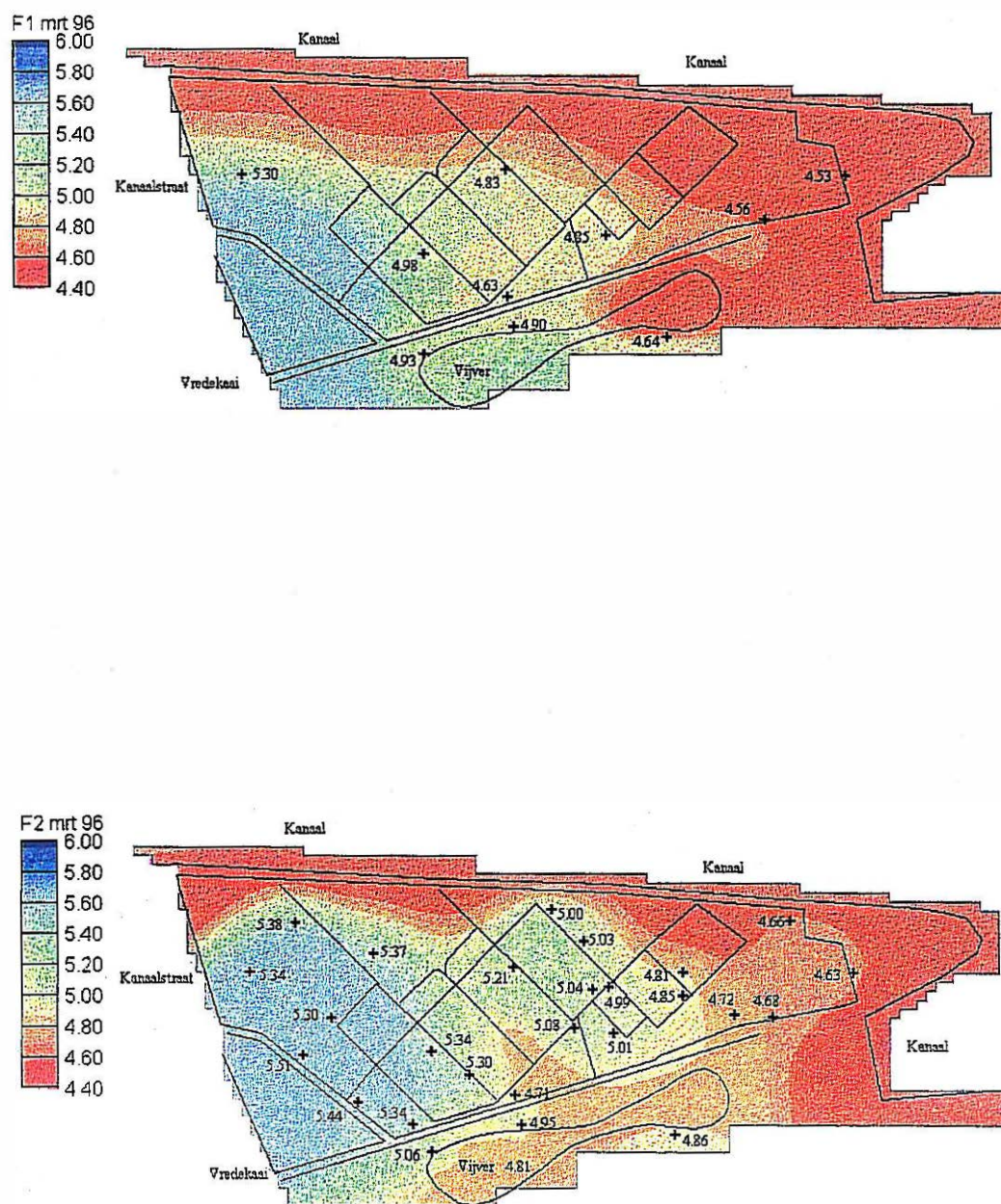


Figuur 7.5    Grondwaterstroming in de diepe (F1) en ondiepe (F2) watervoerende laag (augustus 1995).



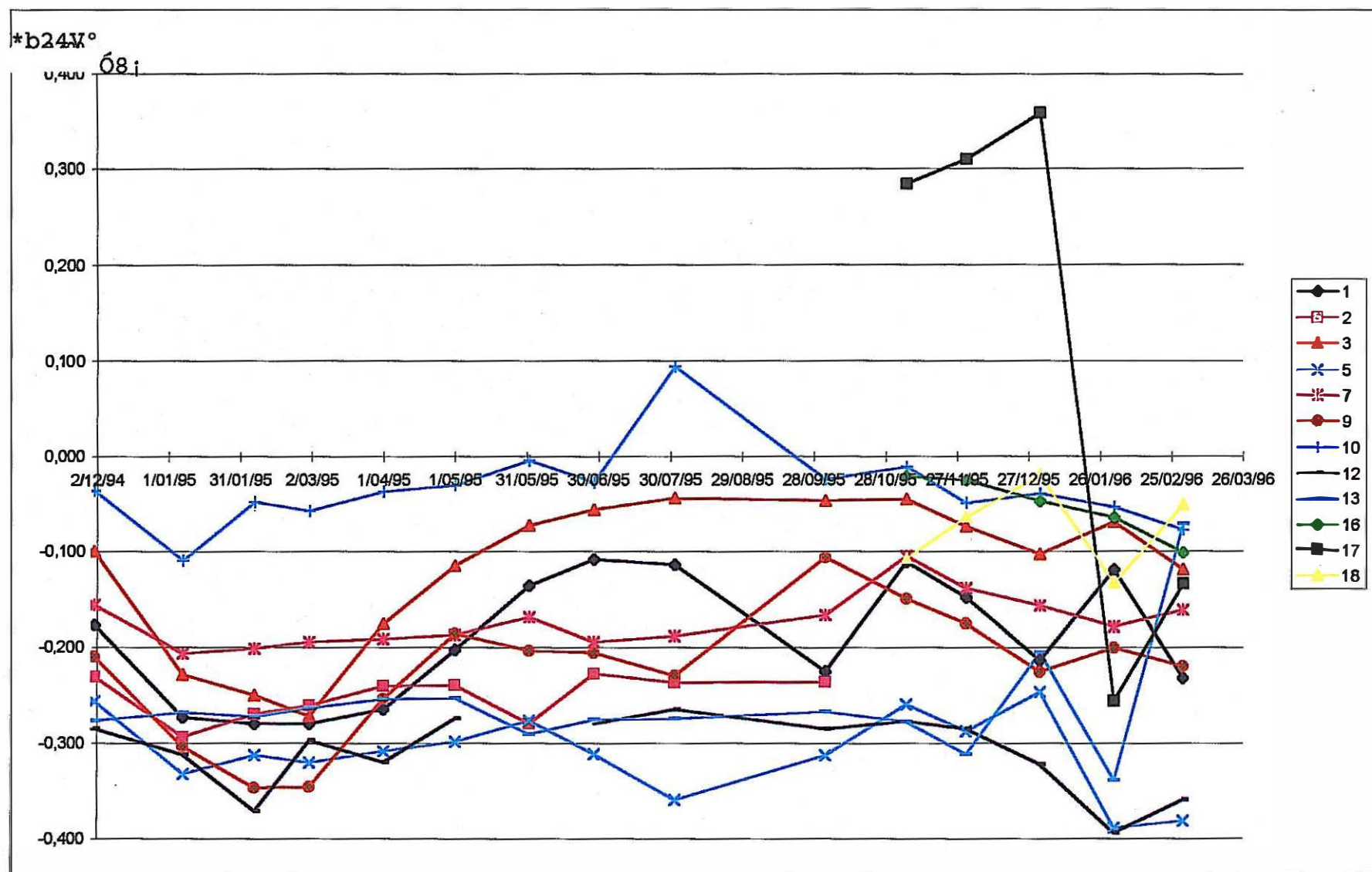


**Figuur 7.6** Grondwaterstroming in de diepe (F1) en ondiepe (F2) watervoerende laag (februari 1996).



Figuur 7.7

Grondwaterstroming in de diepe (F1) en ondiepe (F2) watervoerende laag (maart 1996).



Figuur 7.8 Stijghoogteverschil tussen de diepe en ondiepe peilbuis; verticale grondwaterstroming (-: neerwaarts, +: opwaarts)





## 8 BODEMKWALITEIT

In het bestek van deze studie werden in 1995 door het LTGH op 26 plaatsen één of meerdere bodemstalen genomen op de diepten waar de verontreiniging het best visueel of olfactorisch merkbaar was. De ligging van de boorplaatsen werden vastgelegd in functie van vroeger onderzoek (oa. waar reeds verontreiniging door het LTGH en/of door het BMI werd vastgesteld) en van deze studie. De boringen werden op het terrein gevolgd en beschreven door een hydrogeoloog, die de staalnamediepten bepaalde en toezag op de uitbouw van het boorgat tot waarnemingsput voor drijfslagen. Doordat de monsters vooral afkomstig zijn van de sterkst verontreinigde zones in de boring geven de bodemanalysen een duidelijk beeld van de graad van verontreiniging. Een aantal stalen werden geanalyseerd door een erkend laboratorium "SGS - Ecocare Consultants N.V." Een eerste reeks van grondmonsters (afkomstig van de boringen D3, D5, D6, D7, D9, D10, D11, D15, en D16) werd genomen in het voorjaar van 1995 en overgemaakt aan het analysebureau op 5 mei 1995. De resultaten ervan werden verwerkt in het analyserapport LD-271008.01.A01 van 15 mei 1995. Een tweede reeks van grondmonsters (afkomstig van de boringen D1, D2, D4, D8, D12, D13, D17, D18, D19, D20 en D21) werd genomen in de zomer van 1995 en overgemaakt aan het analyselaboratorium op 18 september 1995. De resultaten ervan werden verwerkt in het analyserapport LD-281603.01.A01 van 3 oktober 1995. Een derde en laatste reeks van monsters (afkomstig van de boringen D22, D23, D24, D25 en D26) werd genomen in het najaar van 1995 en overgemaakt aan het analyselaboratorium in oktober 1995.

In het najaar van 1993 (16-19 november 1993) werd een verkennend bodemonderzoek verricht door het Bestuur Milieu Inspectie (BMI) op het bedrijfsterrein van de N.V. Vft waarbij bodemstalen werden genomen. Op 15 plaatsen verspreid over het bedrijfsterrein werden droge boringen uitgevoerd met het doel grondstalen te nemen op verschillende diepten. Het betreft hier telkens mengstalen van de zone 0,2 tot 1 meter (M1; M staat voor monster), 1,0 tot 1,5 meter (M2), 1,5 tot 2,0 meter (M3) en 2,0 tot 2,5 m (M4). De bodemstalen werden geanalyseerd door SGS - Ecocare Consultants N.V. Doordat in dit geval een mengstaal werd genomen van vooraf afgesproken diepte intervallen geven de analyses niet steeds de sterkste verontreiniging weer (eventueel verdunning van de contaminatie).

De resultaten van beide staalnamecampagnes zijn opgenomen in het verslag. Bij vergelijking van de resultaten moet men ermee rekening houden dat:

- de stalen genomen in het bestek van het BMI onderzoek dateren van november 1993, deze van het LTGH onderzoek van 1995;
- er voor de stalen genomen in het bestek van het BMI onderzoek geen gegevens zijn omtrent de precieze bemonsteringsmethode (oa. omtrent de voorzorgen om kruiscontaminatie bvb. tussen stalen van verschillende diepten of tussen stalen van verschillende plaatsen tegen te gaan);
- de stalen van het BMI onderzoek mengstalen zijn van vooraf vastgestelde diepten terwijl bij het LTGH onderzoek specifiek de zintuiglijk sterkst verontreinigde zones van elke boorplaats werden bemonsterd.
- de onderzochte parameters niet steeds dezelfde zijn voor beide studies





De achtergrondwaarden en bodemsaneringsnorm (bestemmingstype Industriegebied) voor de organische verbindingen vermeld in het VLAREBO zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Tabel 8.1      Achtergrondwaarde en saneringsnorm van het vaste deel van de aarde volgens het VLAREBO.

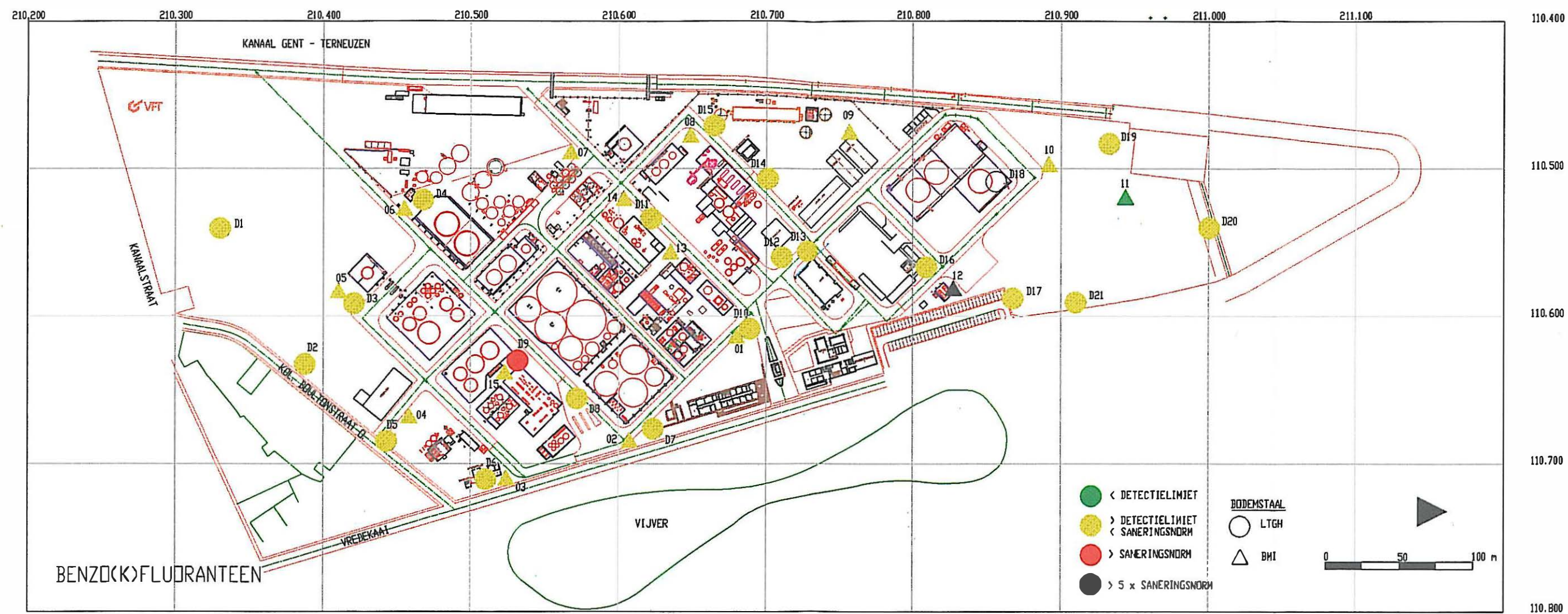
| parameter                      | achtergrondwaarde<br>in mg/kg droge stof (ppm) | saneringsnorm<br>in mg/kg droge stof (ppm) |
|--------------------------------|--|--|
| <u>organische verbindingen</u> |  |  |
| benzeen                        | 0,1  | 1  |
| tolueen                        | 0,1  | 200  |
| ethylbenzeen                   | 0,1  | 70   |
| xyleen                         | 0,1  | 190  |
| styreen                        | 0,1  | 13   |
| naftaleen                      | 0,005  | 320  |
| benzo(a)pyreen                 | 0,1  | 6,5  |
| fenantreen                     | 0,08   | 300  |
| fluoranteen                    | 0,2  | 270  |
| benzo(a)antraceen              | 0,06   | 350  |
| chryseen                       | 0,15   | 800  |
| benzo(b)fluoranteen            | 0,2  | 350  |
| benzo(k)fluoranteen            | 0,2  | 350  |
| benzo(ghi)peryleen             | 0,1  | 350  |
| indeno(1,2,3-cd)pyreen         | 0,1  | 350  |
| hexaan                         | 0,5  | 10   |
| heptaan                        | 0,5  | 25   |
| octaan                         | 0,5  | 90   |
| minerale olie                  | 50   | 1500                                       |

De achtergrondwaarden zijn onafhankelijk van het gebruik van het terrein; voor de meeste organische verbindingen stemmen zij overeen met de detectielimiet. De gehanteerde saneringsnorm geldt voor het bestemmingstype V "industriegebied".

De achtergrondwaarden en saneringsnormen gelden voor een standaardbodem.

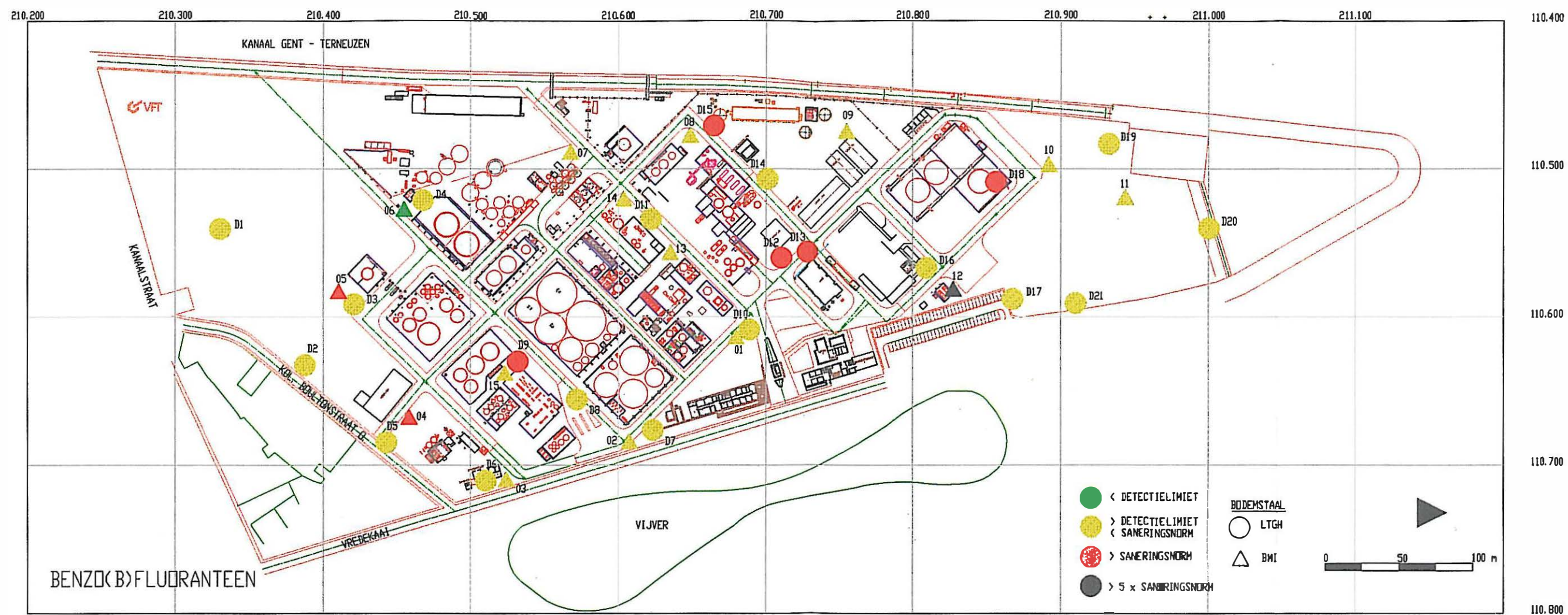
De ligging van de staalnameplaatsen is verduidelijkt in figuur 8.1

Figuren 8.2 tot 8.14 geven, aan de hand van een kleurcode, de graad van bodemverontreiniging weer voor beide meetcampagnes. De BMI monsternameplaatsen zijn aangeduid door middel van een driehoek, deze van het LTGH door middel van een cirkel. Figuren 8.2 tot 8.6 illustreren de BTEX(S) verontreiniging, figuren 8.7 tot 8.14 de PAK's verontreiniging. Door middel van een groene kleurcode zijn de plaatsen aangeduid waar de meetwaarde onder de detectielimiet blijft; een gele code is toegekend aan die plaatsen waar de detectielimiet is overschreden maar niet de saneringsnorm. Door middel van een rode code zijn de plaatsen aangeduid waar de saneringsnorm is overschreden; de plaatsen in het zwart overschrijden de saneringsnorm met een factor groter of gelijk aan vijf.



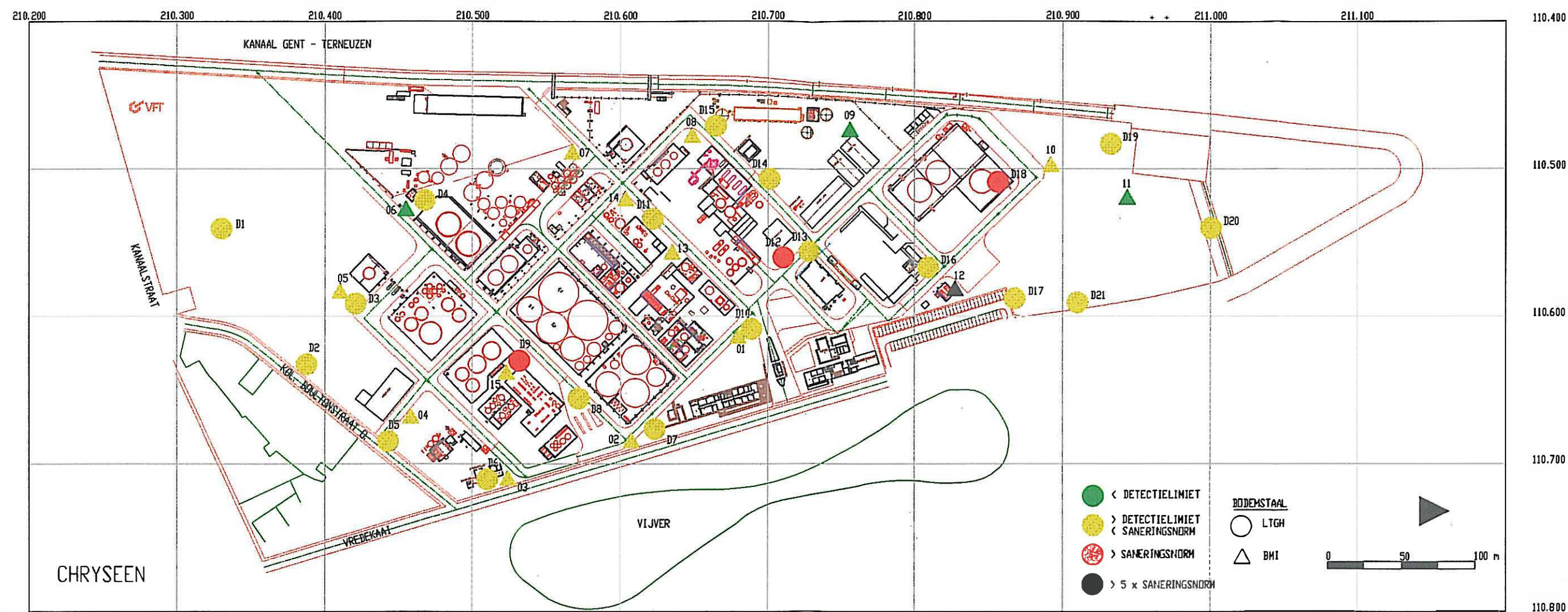
Figuur 8.14 Bodemverontreiniging door benzo(k)fluoranteen





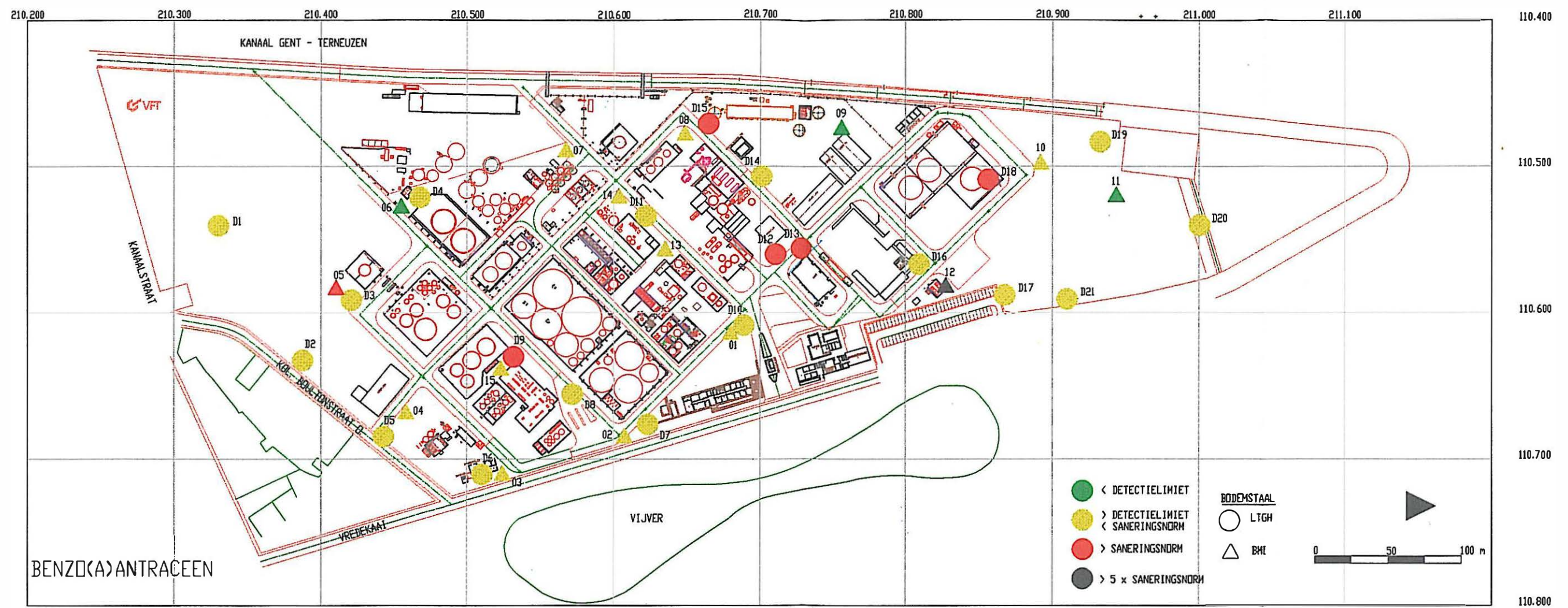
Figuur 8.13 Bodemverontreiniging door benzo(b)fluoranteen





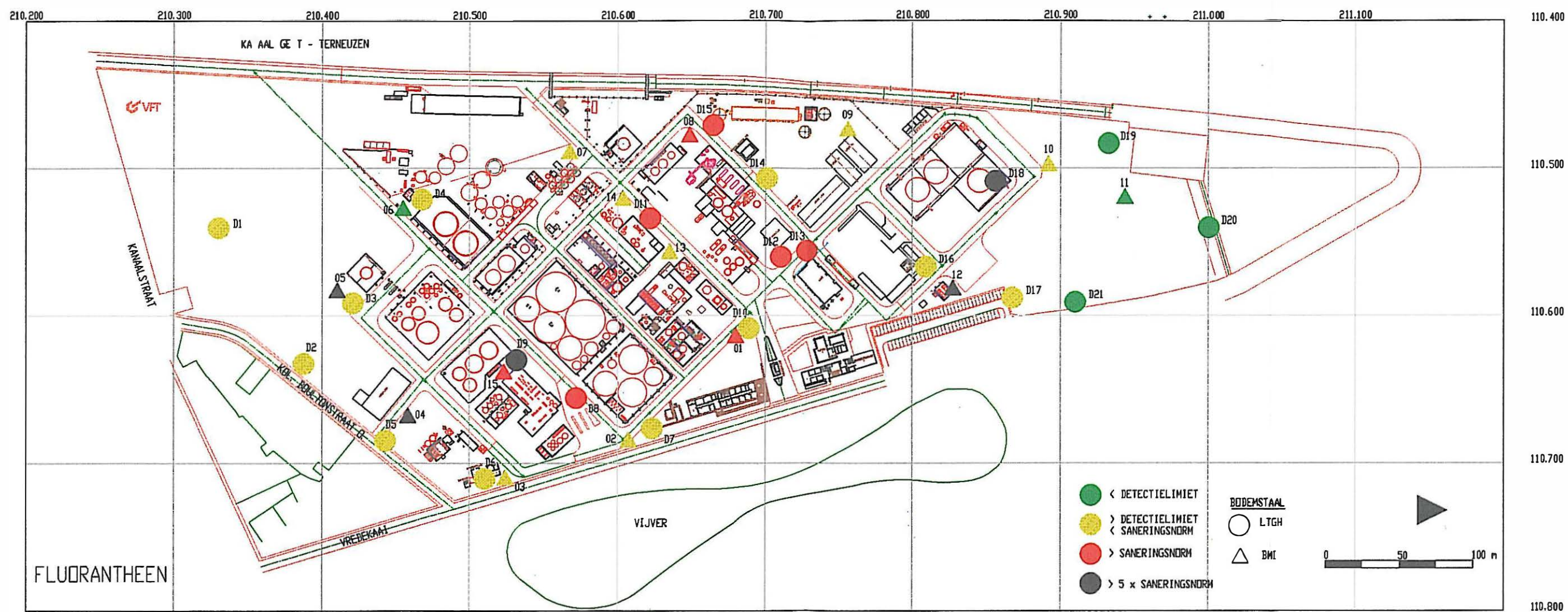
Figuur 8.12 Bodemverontreiniging door chryseen





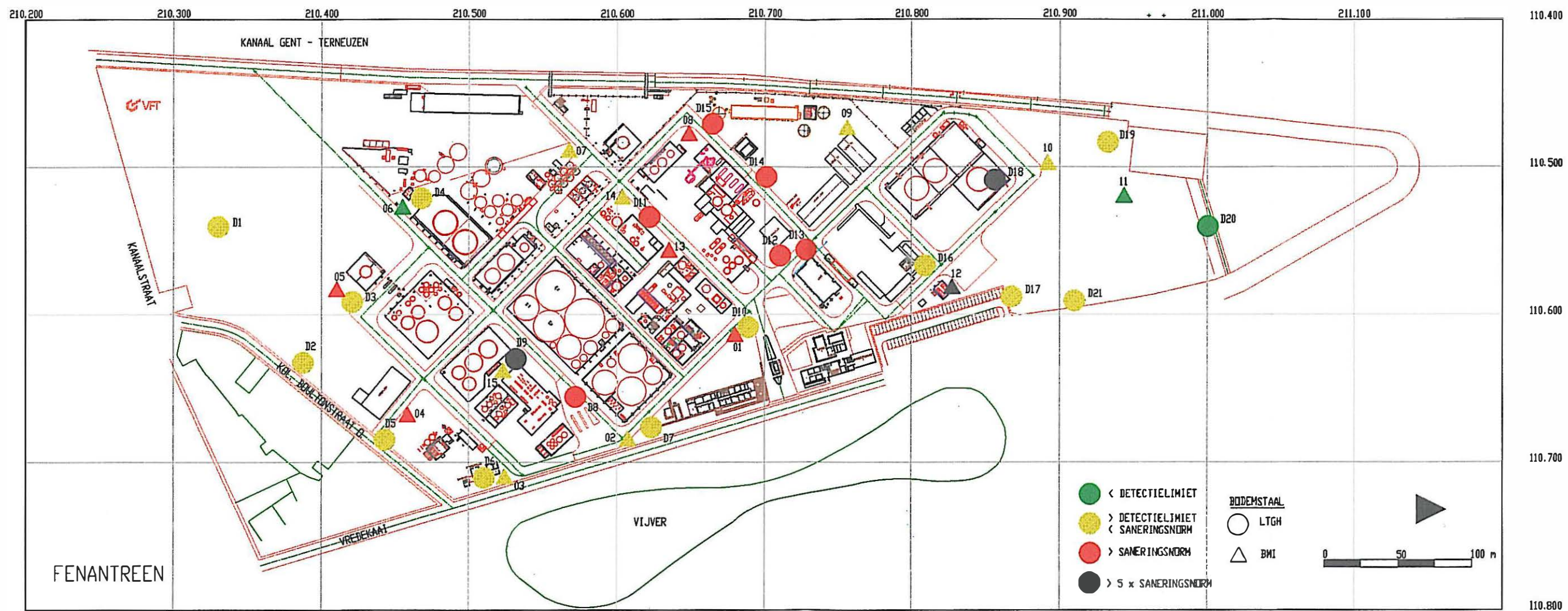
Figuur 8.11 Bodemverontreiniging door benzo(a)antracene





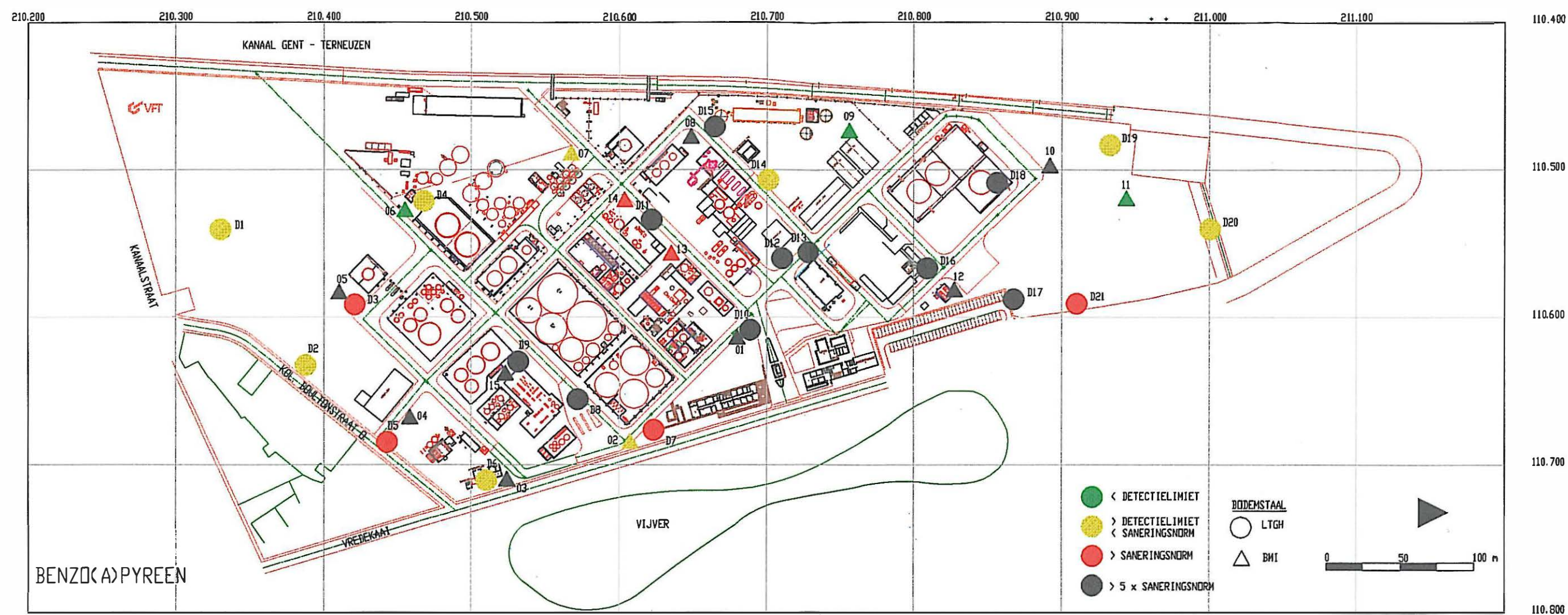
Figuur 8.10 Bodemverontreiniging door fluoranteen





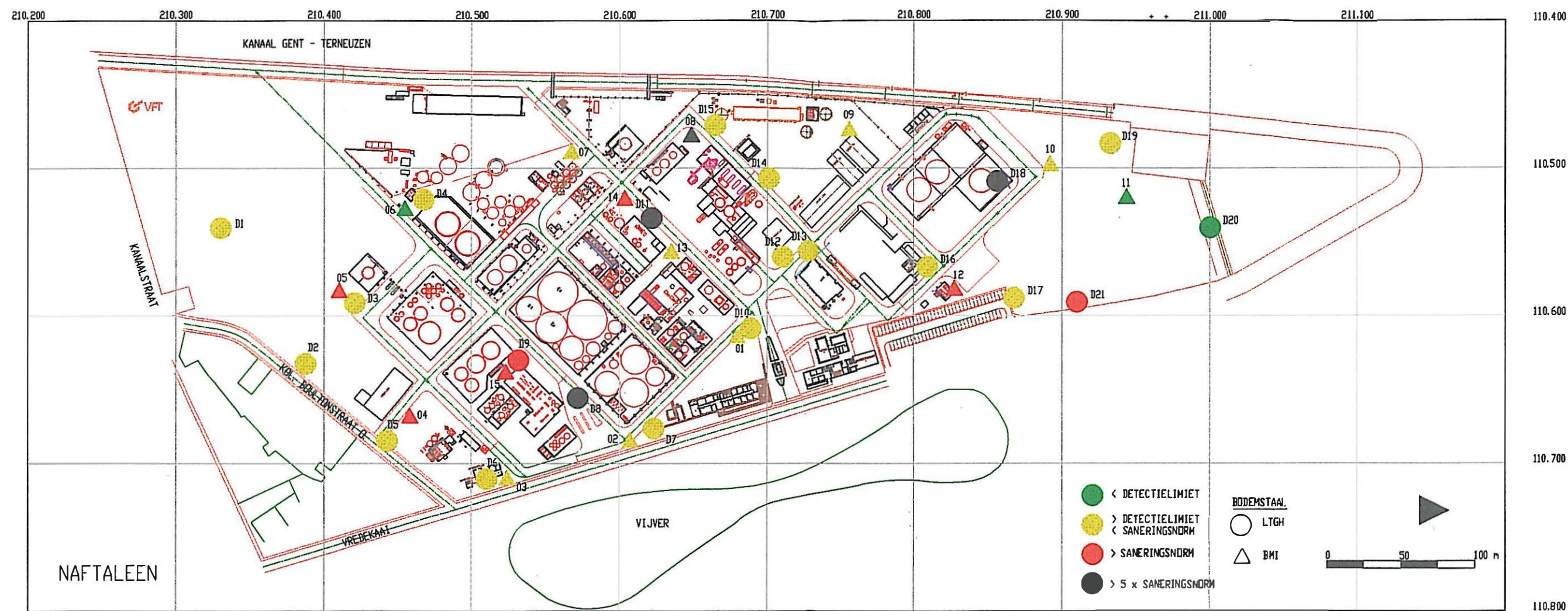
Figuur 8.9 Bodemverontreiniging door fenantreen





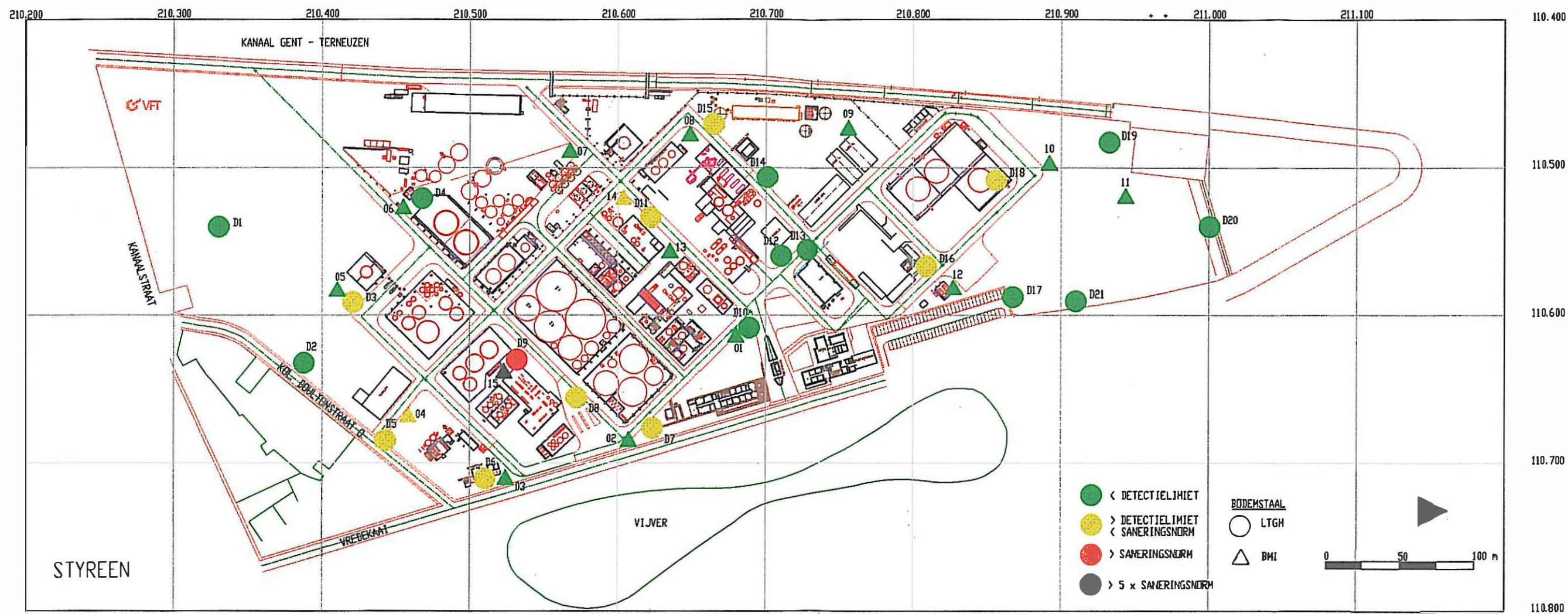
Figuur 8.8 Bodemverontreiging door benzo(a)pyreen





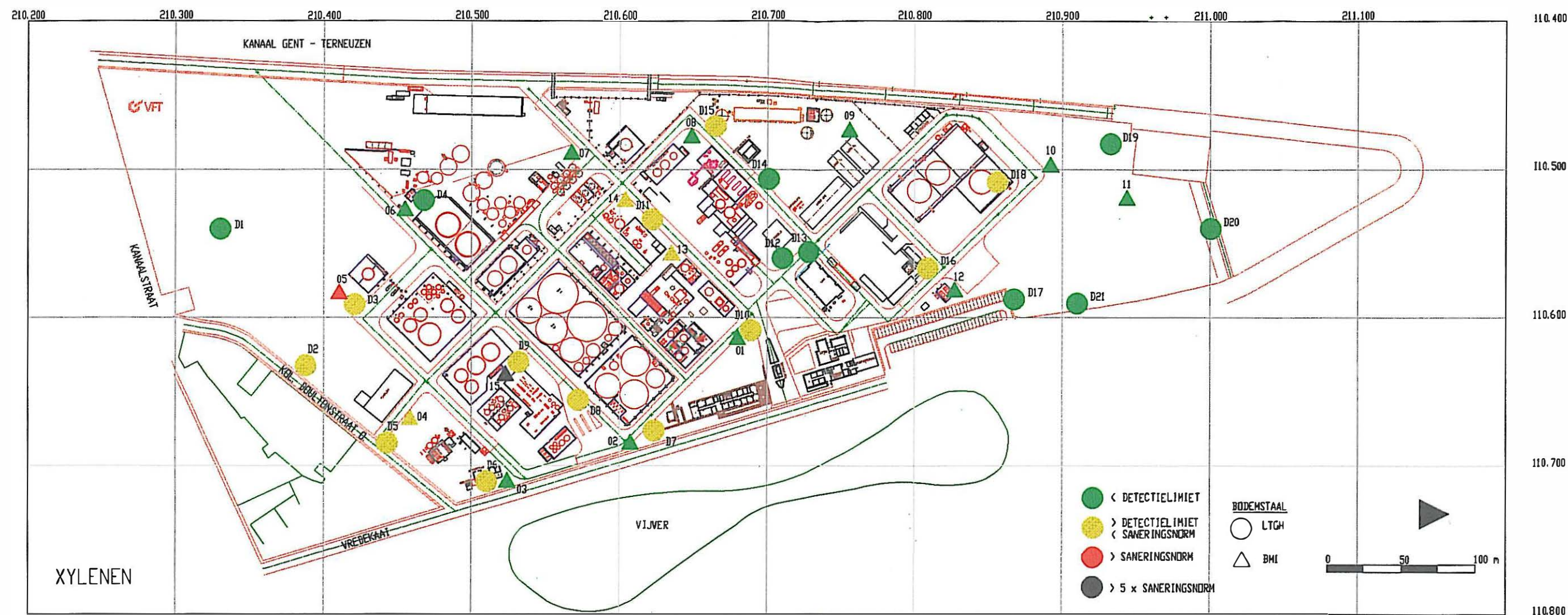
Figuur 8.7 Bodemverontreiniging door naftaleen





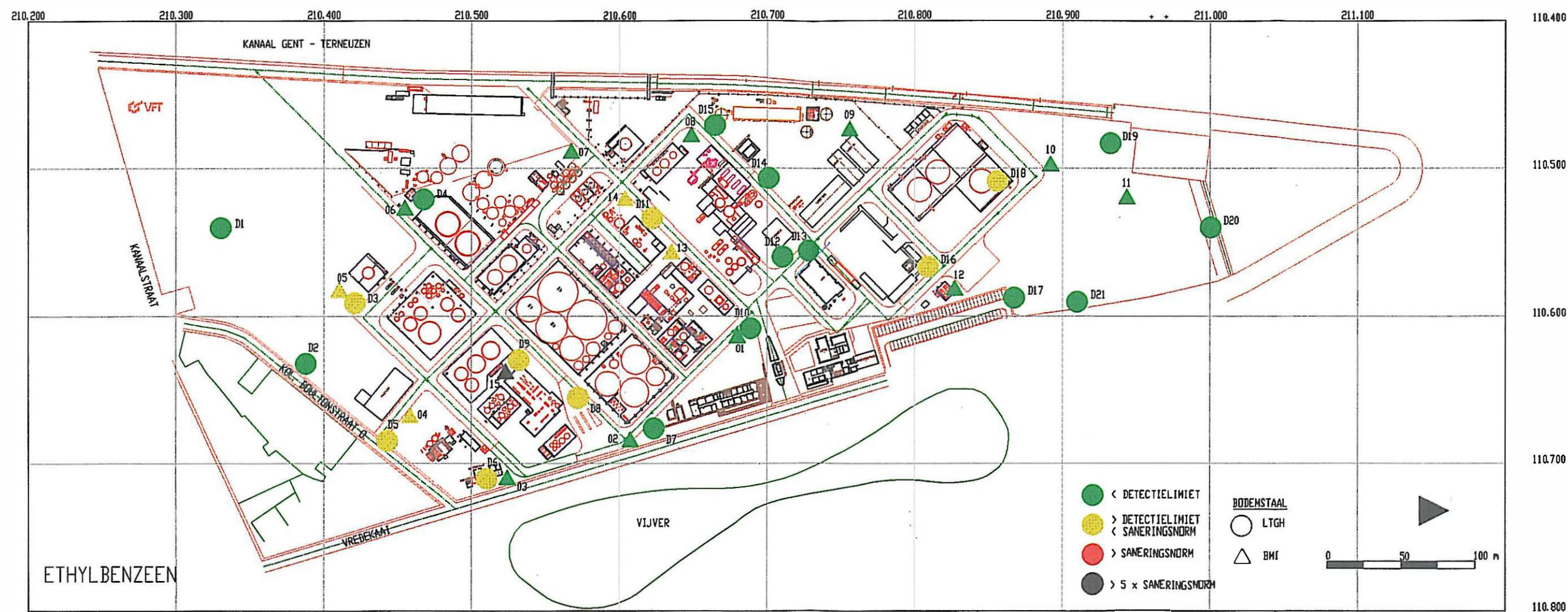
Figuur B.6 Bodenverontreiniging door styreen.





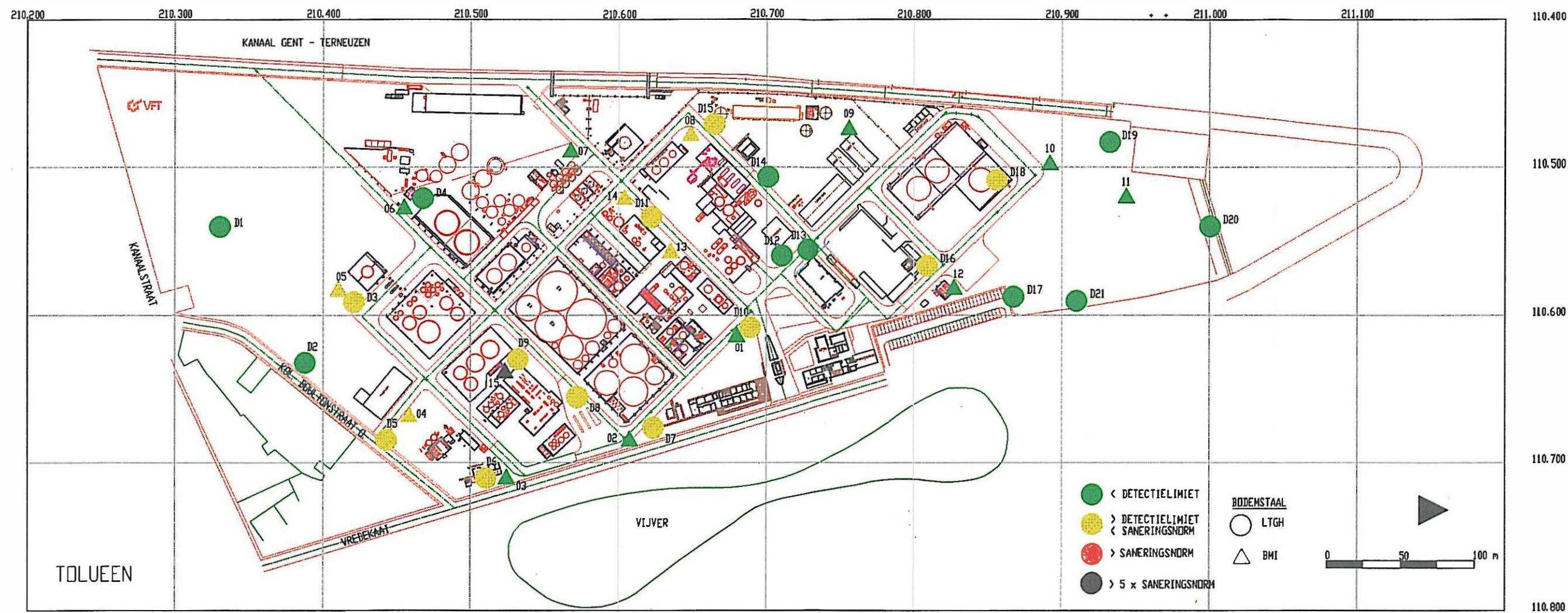
Figuur 8.5 Bodenverontreiniging door xylenen





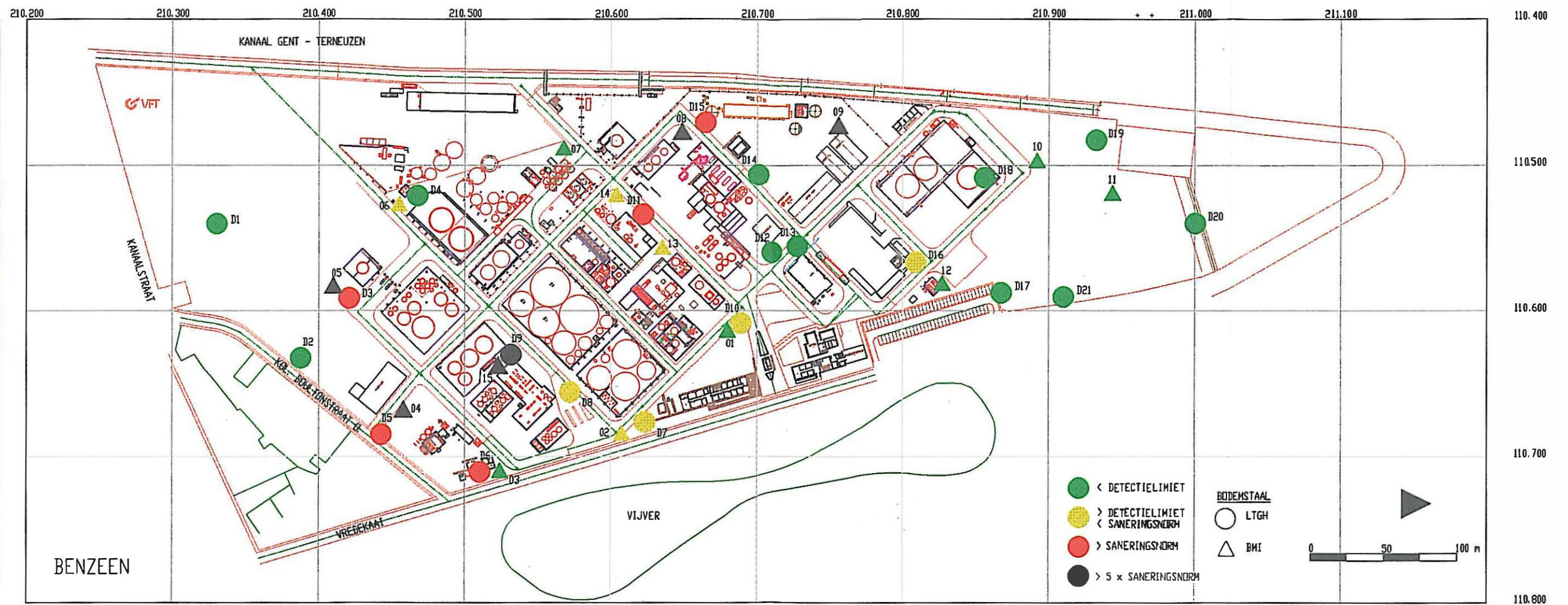
Figuur 8.4 Bodenvontreiniging door ethylbenzeen





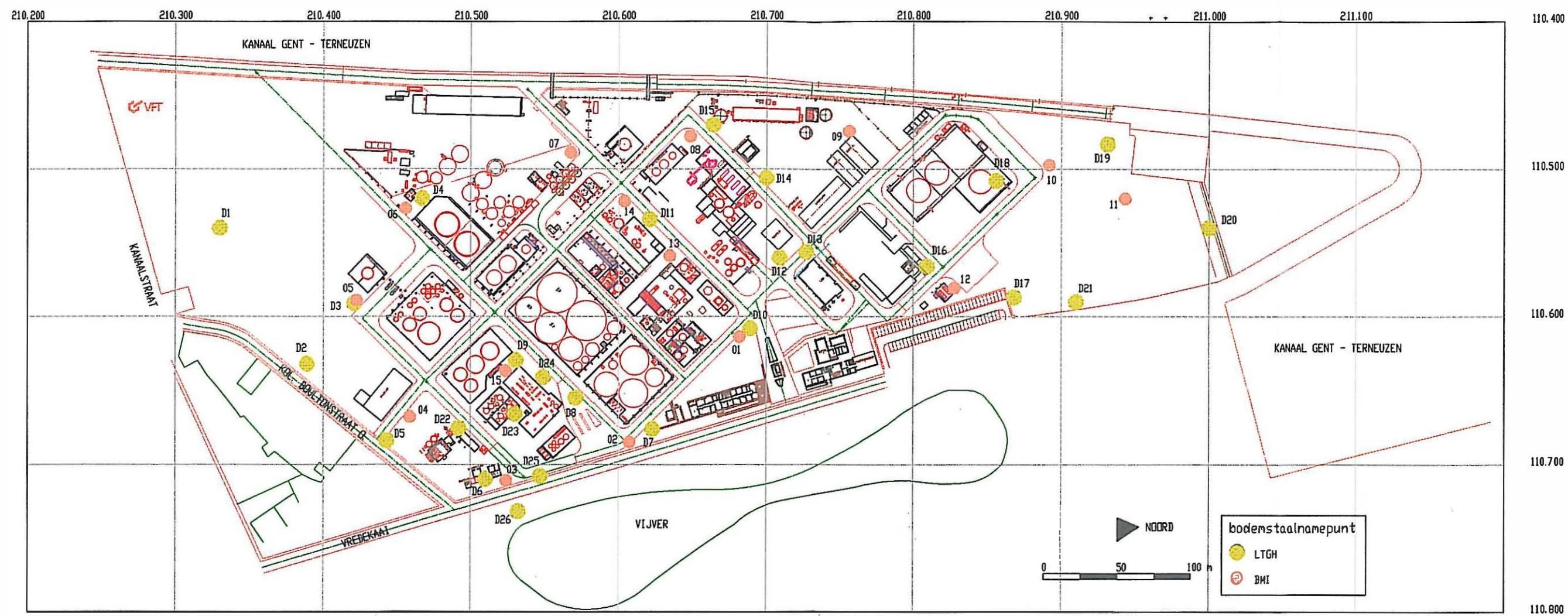
Figuur 8.3 Bodenverontreiniging door toluen





Figuur 8.2 Bodemverontreiniging door benzeen





Figuur 8.1 Overzichtsplan van de bodemonsternameplaatsen (LTGH en BMI bodemonsters).



## 8.1 Onderzoek BMI van 16-17-18-19/11/1993

De analyseresultaten van de BMI-bodemstalen vindt men in Bijlage 8.1 "Analyserapport LD-229084.01.A02 SGS Ecocare". Het analyserapport omvat 5 groepen van parameters; deze zijn:

- organische componenten (GC/MS)
- polycyclische aromatische koolwaterstoffen PAK's (conform SM 6440)
- metalen (N.N. 5770/ NPR 6425)
- de apolaire koolwaterstoffen (FTIR-spektrofotometrie)
- droogrest (gravimetrie bij 105°C)

Aan de hand van de karakteriserende parametergroepen BTEX(S) en PAK's wordt een beeld geschetst van de bodemverontreiniging door koolwaterstofverbindingen; de zware metalen geven een beeld van de mogelijke anorganische bodemverontreiniging.

Voor de groep zware metalen en de groep PAK's werden steeds dezelfde reeks van parameters onderzocht (zie verder), voor de groep organische componenten geeft het rapport informatie omtrent die parameters die in het bodemstaal werden aangetroffen (oa. BTX-en).

Tabel 8.2 geeft het verband tussen het staalnummer volgens het BMI (kolom 1), de boorplaats (kolom 2), de diepte waarop het mengstaal werd genomen (kolom 3) en het staalnummer volgens het analyserapport LD-229084.01.A02 van SGS (kolom 4).

Tabel 8.3 geeft schematisch de resultaten van de bodemanalysen voor de belangrijkste organische verbindingen (met inbegrip van de PAK) weer. De kolom BTX stelt de som van de gevonden concentraties aan benzeen, toluen, en xylenen voor, de kolom PAK16 de som van de concentraties van de 16 meest gangbare polycyclische aromatische koolwaterstoffen.

Tabel 8.4 geeft voor de geanalyseerde verbindingen die opgenomen zijn in het VLAREBO de waargenomen concentratie in mg/kg ds. De gemeten concentraties aan organische verbindingen in het vaste deel van de aarde worden getoetst aan de achtergrondwaarden en de bodemsaneringsnormen voor een standaard bodem (2% organisch materiaal). De waarde van 2% OM werd als realistisch weerhouden voor het studiegebied. Wat betreft het kleigehalte (5,5% in het studiegebied) dient geen correctie te worden uitgevoerd voor de groep van organische verbindingen. De waarden in het rood overschrijden de saneringsnorm van het VLAREBO.





Tabel 8.2      Gegevens bodem talen BMI.

| staal n° BMI | boring n° BMI | staal afkomstig van ... -...<br>m diepte | n° rapport SGS |
|--------------|---------------|--|----------------|
| 42 B1 M1     | 01            | 0,2-1,0                                  | 001/3356       |
| 42 B1 M2     | 01            | 1,0-1,5                                  | 009/3364       |
| 42 B2 M1     | 02            | 0,2-1,0                                  | 002/3357       |
| 42 B2 M2     | 02            | 1,0-1,5                                  | 011/3366       |
| 42 B2 M3     | 02            | 1,5-2,0                                  | 010/3365       |
| 42 B2 M4     | 02            | 2,0-2,5                                  | 012/3367       |
| 42 B3 M1     | 03            | 0,2-1,0                                  | 003/3358       |
| 42 B3 M2     | 03            | 1,5-2,0                                  | 013/3368       |
| 42 B3 M3     | 03            | 1,5-2,0                                  | 014/3369       |
| 42 B4 M1     | 04            | 0,2-1,0                                  | 004/3359       |
| 42 B4 M2     | 04            | 1,5-2,0                                  | 015/3370       |
| 42 B4 M3     | 04            | 1,5-2,0                                  | 016/3371       |
| 42 B5 M1     | 05            | 0,2-1,0                                  | 005/3360       |
| 42 B5 M2     | 05            | 1,5-2,0                                  | 017/3372       |
| 42 B5 M3     | 05            | 1,5-2,0                                  | 018/3373       |
| 42 B5 M4     | 05            | 2,0-2,5                                  | 019/3374       |
| 42 B6 M1     | 06            | 0,2-1,0                                  | 006/3361       |
| 42 B6 M2     | 06            | 1,0-1,5                                  | 020/3375       |
| 42 B6 M3     | 06            | 1,5-2,0                                  | 021/3376       |
| 42 B7 M1     | 07            | 0,2-1,0                                  | 007/3362       |
| 42 B7 M2     | 07            | 1,0-1,5                                  | 022/3377       |
| 42 B7 M3     | 07            | 1,5-2,0                                  | 023/3378       |
| 42 B8 M1     | 08            | 0,2-1,0                                  | 008/3363       |
| 42 B8 M2     | 08            | 1,0-1,5                                  | 024/3379       |
| 42 B8 M3     | 08            | 1,5-2,0                                  | 025/3380       |
| 42 B9 M1     | 09            | 0,2-1,0                                  | 026/3382       |
| 42 B9 M2     | 09            | 1,0-1,5                                  | 033/3389       |
| 42 B9 M3     | 09            | 1,5-2,0                                  | 034/3390       |
| 42 B10 M1    | 10            | 0,2-1,0                                  | 027/3383       |
| 42 B10 M2    | 10            | 1,0-1,5                                  | 035/3391       |
| 42 B10 M3    | 10            | 1,5-2,0                                  | 036/3392       |
| 42 B11 M1    | 11            | 0,2-1,0                                  | 028/3384       |
| 42 B11 M2    | 11            | 1,0-1,5                                  | 037/3393       |
| 42 B11 M3    | 11            | 1,5-2,0                                  | 038/3394       |
| 42 B12 M1    | 12            | 0,2-1,0                                  | 029/3385       |
| 42 B12 M2    | 12            | 1,0-1,5                                  | 039/3395       |
| 42 B12 M3    | 12            | 1,5-2,0                                  | 040/3396       |
| 42 B13 M1    | 13            | 0,2-1,0                                  | 030/3386       |
| 42 B13 M2    | 13            | 1,0-1,5                                  | 041/3397       |
| 42 B14 M1    | 14            | 0,2-1,0                                  | 031/3387       |
| 42 B14 M2    | 14            | 1,0-1,5                                  | 042/3398       |
| 42 B14 M3    | 14            | 1,5-2,0                                  | 043/3399       |
| 42 B15 M1    | 15            | 0,2-1,0                                  | 032/3388       |
| 42 B15 M2    | 15            | 1,0-1,5                                  | 044/3400       |
| 42 B15 M3    | 15            | 1,5-2,0                                  | 045/3401       |
| 42 B15 M4    | 15            | 2,0-2,5                                  | 046/3402       |

| boorplaats | stalen M1 |       |           |             |                |       | stalen M2 |       |           |             |                |       |
|------------|-----------|-------|-----------|-------------|----------------|-------|-----------|-------|-----------|-------------|----------------|-------|
|            | BTX       | fenol | naftaleen | fluoranteen | benzo(a)pyreen | PAK16 | BTX       | fenol | naftaleen | fluoranteen | benzo(a)pyreen | PAK16 |
| 01         |           |       | 84        | 460         | 47             | 2389  |           |       | 0,5       | 17          | 3              | 50    |
| 02         |           |       | 1         | 8           | 2              | 32,2  |           |       | -         | -           | -              |       |
| 03         | 143       |       | 29        | 265         | 72             | 1067  |           |       | -         | -           | -              |       |
| 04         | 61        |       | 185       | 940         | 98             | 4292  | 261       |       | 1225      | 3180        | 355            | 9092  |
| 05         |           |       | -         | -           | -              |       | 240       | 72    | 740       | 1685        | 420            | 9240  |
| 06         |           |       | -         | -           | -              | 1,3   | 1         |       | -         | -           | -              |       |
| 07         |           |       | 0,4       | 4           | 3              | 27    |           |       | -         | -           | -              |       |
| 08         | 49        |       | 6600      | 865         | 270            | 11657 |           |       | -         | -           | 3              | 9     |
| 09         | 330       |       | -         | 0,3         | -              | 3,3   | 42        |       | 3,5       | 0,2         | -              | 4,3   |
| 10         |           |       | 41        | 261         | 150            | 1508  |           |       | -         | -           | -              | 0,6   |
| 11         |           |       | -         | -           | -              | 0,9   |           |       | -         | 0,1         | -              | 0,2   |
| 12         |           |       | 470       | 16030       | 3770           | 61500 |           |       | 1,2       | 2,3         | 2,6            | 20    |
| 13         |           |       | -         | -           | -              | 1     | 4         |       | 6         | 360         | 23             | 962   |
| 14         | 3         |       | 12        | 79          | 30             | 383   |           |       | -         | -           | -              |       |
| 15         | 8320      |       | 630       | 340         | 48             | 1986  | 4330      |       | 312       | 80          | 21             | 858   |
| boorplaats | stalen M3 |       |           |             |                |       | stalen M4 |       |           |             |                |       |
|            | BTX       | fenol | naftaleen | fluoranteen | benzo(a)pyreen | PAK16 | BTX       | fenol | naftaleen | fluoranteen | benzo(a)pyreen | PAK16 |
| 01         |           |       |           |             |                |       |           |       |           |             |                |       |
| 02         | 0,2       |       | -         | -           | -              |       |           |       | -         | -           | -              |       |
| 03         | 15        |       | 0,5       | 3           | 0,2            | 21    |           |       |           |             |                |       |
| 04         |           |       | -         | -           | -              | 0,9   |           |       |           |             |                |       |
| 05         | 340       | 150   | 240       | 2035        | 515            | 9515  | 279       | 94    | -         | 2400        | 165            | 3162  |
| 06         |           |       | -         | -           | -              |       |           |       |           |             |                |       |
| 07         |           | 2     | 61        | -           | -              | 65    |           |       |           |             |                |       |
| 08         |           |       | -         | -           | -              |       |           |       |           |             |                |       |
| 09         |           |       | -         | -           | -              |       |           |       |           |             |                |       |
| 10         |           |       | -         | -           | -              |       |           |       |           |             |                |       |
| 11         |           |       |           |             |                |       |           |       |           |             |                |       |
| 12         |           |       | -         | -           | -              | 0,5   |           |       |           |             |                |       |
| 13         |           |       |           |             |                |       |           |       |           |             |                |       |
| 14         |           |       | 915       | 7           | 1              | 1034  |           |       |           |             |                |       |
| 15         | 22        |       | 78        | 43          | 8              | 279   | 7,1       |       | -         | -           | 0,7            | 3,1   |

BTX: beenzeen, toluen en xyleen PAK16: polycyclische aromatische koolwaterstoffen in mg/kgds (=ppm) M1: 0,2-1,0 m M2: 1,0-1,5 m M3: 1,5-2,0 m M4: 2,0-2,5 m  
 -: waarde beneden de detectielimiet (naftaleen: 0,1, fluoranteen: 0,1, benzo(a)pyreen: 0,1)

Tabel 8.3 Synthese van de belangrijkste parameters voor de BMI bodemstalen

**Tabel 8.4**[illegible]

<: meetwaarden onder detectielimiet of niet aangetoond

[illegible]

**Tabel 8.4bis**[illegible]

<: meetwaarden onder detectielimiet of niet aangetoond

[illegible]



Tabel 8.4trīs BTX-en en PAK's in de BMI bodemstalen (boorplaatsen 12-15).

| parameter              | achtergrondwaarde(AW)<br>en saneringsnorm (SN) |     | boorplaats<br>12 | boorplaats 13 |       | boorplaats 14 |       |       | boorplaats 15 |       |       |       |
|------------------------|--|-----|------------------|---------------|-------|---------------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|
|                        | AW   | SN  | 12 M3            | 13 M1         | 13 M2 | 14 M1         | 14 M2 | 14 M3 | 15 M1         | 15 M2 | 15 M3 | 15 M4 |
| benzeen                | 0,1  | 1   | <                | <             | 0,59  | 0,29          | <     | <     | 920           | 260   | <     | <     |
| tolueen                | 0,1  | 200 | <                | <             | 0,27  | 0,60          | <     | <     | 2400          | 930   | 1,9   | 0,66  |
| ethylbenzeen           | 0,1  | 70  | <                | <             | 1,1   | 0,49          | <     | 0,58  | 1200          | 340   | 0,38  | 6,4   |
| xyleen                 | 0,1  | 190 | <                | <             | 1,6   | 1,5           | <     | 4,0   | 5800          | 2800  | 20    | <     |
| styreē                 | 0,1  | 13  | <                | <             |       |               | <     | 0,39  | 1700          | 660   | 1,1   | <     |
| naftaleen              | 0,005  | 320 | <                | <             | 6,3   | 12            | <     | 915   | 630           | 312   | 78    | <     |
| benzo(a)pyreen         | 0,1  | 6,5 | <                | <             | 23    | 30            | <     | 0,8   | 48            | 21    | 7,9   | 0,7   |
| fenantrēen             | 0,08   | 300 | <                | <             | 360   | 33            | <     | 19    | 250           | 127   | 43    | <     |
| fluoranteen            | 0,2  | 270 | <                | <             | 157   | 79            | <     | 7,4   | 340           | 80    | 43    | <     |
| benzo(a)antraceen      | 0,06   | 350 | <                | <             | 23    | 34            | <     | 1,6   | 65            | 30    | 12    | 0,6   |
| chryseen               | 0,15   | 800 | <                | <             | 31    | 34            | <     | 1,9   | 65            | 30    | 14    | 0,7   |
| benzo(b)fluoranteen    | 0,2  | 350 | 0,2              | <             | 23    | 24            | <     | 0,7   | 45            | 21    | 7,2   | 0,4   |
| benzo(k)fluoranteen    | 0,2  | 350 | <                | <             | 10    | 12            | <     | 0,4   | 23            | 9,8   | 4,0   | 0,2   |
| benzo(ghi)peryleen     | 0,1  | 350 | <                | 0,8           | 17    | 21            | <     | 0,4   | 33            | 8,3   | 5,0   | 0,3   |
| indeno(1,2,3-cd)pyreen | 0,1  | 350 |                  |               |       |               |       |       |               |       |       |       |

<: meetwaarden onder detectielimiet of niet aangetoond

**Benzeen - toluen - xyleen - ethylbenzeen - styreen**

Wat betreft de groep van BTEX(S) (benzeen, toluen, xyleen, ethylbenzeen en styreen) vindt men verhoogde concentraties in de grondstalen afkomstig van monsternamplaats 04, 05, 08, 09, 13 en 15. De saneringsnorm voor benzeen is overschreden op monsternamplaats 04, 05, 08, 09 en 15. Op monsternamplaats 15 is naast de saneringsnorm voor benzeen ook de saneringsnorm voor toluen, xyleen, styreen en ethylbenzeen overschreden. De verontreiniging is het meest uitgesproken ter hoogte van monsternamplaats 15.

**PAK's**

Wat betreft de PAK's groep (polycyclische aromatische koolwaterstoffen) vindt men verhoogde waarden op de meeste monsternamplaatsen. De concentraties nemen meestal af met de diepte (concentratie in stalen M3 en M4 veelal lager).

In tabel 8.4 zijn de analyseresultaten weergegeven voor die PAK's die in het VLAREBO zijn opgenomen. Uit de tabel blijkt dat:

- de achtergrondwaarde (=detectielimiet) op een groot aantal plaatsen overschreden is;
- de bodensaneringsnorm op enkele plaatsen overschreden is (waarden in het rood);
- de hoogste waarden meestal aangetroffen worden in de ondiepe stalen; in de diepere stalen (M3 en M4) is de bodemverontreiniging meestal beperkt of afwezig;
- er geen enkele overschrijding is van de saneringsnormen (voor die PAK's opgenomen in het VLAREBO) ter hoogte van de boorplaatsen 02, 06, 07 en 11;
- de normoverschrijding relatief beperkt is ter hoogte van boorplaatsen 03, 09, 10, 13 en 14; slechts één of enkele PAK's overschrijden er de saneringsnorm in geringe mate;
- de saneringsnorm van meerdere PAK's overschreden is ter hoogte van de boorplaatsen 01, 04, 05, 08, 12 en 15.

De PAK-bodemverontreiniging is het sterkst ter hoogte van monsternamplaats 12. Hier worden, met uitzondering van de parameter naftaleen, de hoogste concentraties aan PAK's gemeten. De hoogste concentratie aan naftaleen werd waargenomen ter hoogte van boorplaats 08.

**Zware metalen**

Om een beeld te krijgen van de verontreiniging door zware metalen werd het gehalte aan arseen, barium, chroom, kobalt, koper, lood, nikkel, zink, molybdeen, tin en cadmium bepaald; kwik werd niet bepaald. De resultaten van de bodemanalysen zijn weergegeven in tabel 8.7. De normoverschrijdingen zijn aangeduid door middel van een kleurcode.

De waarden worden vergeleken met de achtergrondwaarden en met de saneringsnormen vermeld in het VLAREBO. Voor de parameters barium, cobalt, molybdeen en tin, die niet in het VLAREBO opgenomen zijn, werden de analysewaarden getoetst aan de VROM-normen.

Bij de evaluatie werd rekening gehouden met de werkelijke aard van de bodem. Voor wat betreft het gehalte aan organisch materiaal werd uitgegaan van een standaardbodem (2% organisch materiaal); de studie van de Gentse Kanaalzone vermeldt een wisselend gehalte aan organisch materiaal voor deze eenheid van 1 tot 5 % zodat de waarde voor een



standaardbodem werd weerhouden. Voor wat betreft het kleigehalte werd de gemiddelde waarde voor de KZ2-laag van 5,5% (min. 1%, max. 13,5%) gebruikt in de berekeningen. Tabel 8.5 geeft de achtergrondwaarde en de saneringsnorm voor respectievelijk een standaardbodem (2% organisch materiaal en 10 % klei) en voor het bodemtype van het studiegebied (2% organisch materiaal en 5,5 % klei).

Tabel 8.5 Achtergrondwaarden en saneringsnorm voor zware metalen volgens het VLAREBO.

| parameter | achtergrondwaarde<br>standaardbodem | achtergrondwaarde<br>na correctie voor<br>kleigehalte | saneringsnorm<br>standaardbodem | saneringsnorm<br>na correctie voor<br>kleigehalte |
|-----------|-------------------------------------|---|---------------------------------|---|
| As        | 19                                  | 16,7  | 300                             | 265   |
| Cd        | 0,8                                 | 0,7   | 30                              | 25  |
| Cr        | 37                                  | 34,3  | 800                             | 742   |
| Cu        | 17                                  | 15,6  | 800                             | 737   |
| Pb        | 40                                  | 38,7  | 2500                            | 2417  |
| Ni        | 9                                   | 8,1   | 700                             | 631   |
| Zn        | 62                                  | 57  | 3000                            | 2759  |

alle waarden uitgedrukt in mg/kg droge stof; de gecorrigeerde waarden werden afgerond op één cijfer na de komma voor de achtergrondwaarden en tot gehele waarden voor de saneringsnormen; kwik dat eveneens opgenomen is in het VLAREBO werd niet bepaald.

Het gehalte aan barium, kobalt, molybdeen en tin in de BMI bodemstalen werd vergeleken met de referentiewaarde (A-norm), met de toetsingswaarde t.b.v. verder onderzoek (B-norm) en met de toetsingswaarde t.b.v. sanering (C-norm) van de VROM; deze normen zijn opgenomen in tabel 8.6.

Tabel 8.6 VROM-bodemnormen voor enkele zware metalen

| parameter | A-norm | B-norm | C-norm |
|-----------|--------|--------|--------|
| Ba        | 200    | 400    | 2000   |
| Co        | 20     | 50     | 300    |
| Mo        | 10     | 40     | 200    |
| Sn        | 20     | 50     | 300    |

alle waarden uitgedrukt in mg/kg droge stof;

De saneringsnorm voor koper is overschreden in bodemstaal BMI-05/M3 (rode kleur in tabel 8.7); voor de overige bodemstalen blijft het kopergehalte onder deze norm. De overige zware metalen (kwik niet bepaald) blijven steeds onder de saneringsnorm.





Voor de diepere stalen (M3 en M4) is de achtergrondwaarde enkel overschreden op boorplaats BMI 05, en dit voor meerdere parameters (oa. As, Cu, Pb, Ni, Zn en Cd) . In de ondiepe bodemstalen (M1 en M2) is de achtergrondwaarde van de meeste zware metalen overschreden op talrijke plaatsen (groene kleur in tabel 8.7); enkel op boorplaats 07 en boorplaats 09 blijven de zware metalen onder de achtergrondwaarde.

De referentiewaarde (VROM A-norm) voor barium is overschreden op de boorplaatsen 01, 03 en 04 (blauwe kleur in tabel 8.7); de toetsingswaarde met betrekking tot verder onderzoek (VROM B-norm) op boorplaats 05 (paarse kleur in tabel 8.7)..

De referentiewaarde (VROM A-norm) voor kobalt is overschreden op boorplaats 05 (blauwe kleur in tabel 8.7).

De referentiewaarde (VROM A-norm) voor tin is overschreden op boorplaats 06 (blauwe kleur in tabel 8.7); de toetsingswaarde met betrekking tot verder onderzoek (VROM B-norm) op boorplaats 05 (paarse kleur in tabel 8.7); de gemeten waarde bereikt net de toetsingswaarde met betrekking tot sanering (VROM C-norm).

| boorplaats | stalen M1   |                    |             |                 |             |              |            |            |                 |                 |           | stalen M2  |     |     |     |     |      |     |     |    |    |     |
|------------|-------------|--------------------|-------------|-----------------|-------------|--------------|------------|------------|-----------------|-----------------|-----------|------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|----|----|-----|
|            | As *        | Ba **              | Cr *        | Co **           | Cu *        | Pb *         | Ni *       | Zn *       | Mo **           | Sn **           | Cd *      | As         | Ba  | Cr  | Co  | Cu  | Pb   | Ni  | Zn  | Mo | Sn | Cd  |
|            | 16,7<br>265 | 200<br>400<br>2000 | 34,3<br>742 | 20<br>50<br>300 | 15,6<br>737 | 38,7<br>2417 | 8,1<br>631 | 57<br>2759 | 10<br>40<br>200 | 20<br>50<br>300 | 0,7<br>37 |            |     |     |     |     |      |     |     |    |    |     |
| 01         | -           | 60                 | 17          | 16              | 37          | 17           | 44         | 58         | -               | -               | -         | 68         | 210 | 20  | 16  | 49  | 180  | 38  | 300 | -  | -  | 2,5 |
| 02         | -           | 35                 | 7,8         | -               | 6,6         | 22           | -          | 14         | -               | -               | -         | -          | 27  | 7,2 | -   | 8,1 | 48   | -   | 17  | -  | -  | -   |
| 03         | 20          | 200                | 21          | 8,6             | 41          | 100          | 25         | 240        | -               | -               | -         | -          | 16  | 9,4 | -   | 12  | 17   | 14  | 73  | -  | -  | -   |
| 04         | 10          | 21                 | 7,9         | -               | 8,7         | 61           | -          | 37         | -               | -               | -         | 56         | 210 | 24  | 12  | 63  | 270  | 31  | 630 | -  | -  | 4,7 |
| 05         | -           | 10                 | 8,8         | -               | 1,8         | -            | 5          | 14         | -               | -               | -         | 29         | 170 | 5,0 | 5,0 | 870 | 1500 | 14  | 520 | -  | -  | 3,3 |
| 06         | -           | 11                 | 9,7         | -               | 6,3         | 5,8          | 5          | 19         | -               | -               | -         | -          | 33  | 6,1 | -   | 13  | 49   | -   | 19  | -  | 31 | -   |
| 07         | -           | 12                 | 6,6         | -               | 7,7         | 9,9          | -          | 11         | -               | -               | -         | -          | 16  | -   | -   | 15  | 22   | 5,4 | 8,4 | -  | -  | -   |
| 08         | 17          | 170                | 31          | 6,6             | 49          | 150          | 29         | 190        | -               | -               | -         | 14         | 74  | 8,2 | -   | 16  | 7,5  | -   | 5,5 | -  | -  | -   |
| 09         | -           | 13                 | -           | -               | -           | 7,1          | -          | 12         | -               | -               | -         | -          | 11  | 11  | -   | -   | 5,9  | 6,5 | 16  | -  | -  | -   |
| 10         | -           | 15                 | 17          | -               | 16          | 38           | 9,7        | 53         | -               | -               | -         | 28         | 99  | 69  | 11  | 27  | 31   | 30  | 160 | -  | -  | -   |
| 11         | -           | 13                 | 17          | -               | -           | 9,7          | 6,6        | 22         | -               | -               | -         | -          | 14  | 13  | -   | -   | -    | 9,3 | 16  | -  | -  | -   |
| 12         | -           | 9,2                | -           | -               | -           | 60           | -          | 92         | -               | -               | -         | -          | 15  | 14  | -   | 16  | 21   | 8,7 | 64  | -  | -  | -   |
| 13         | -           | 6,9                | 7,1         | -               | -           | -            | -          | 11         | -               | -               | -         | 14         | 76  | 17  | 10  | 39  | 85   | 26  | 120 | -  | -  | -   |
| 14         | 10          | 58                 | 12          | 12              | 41          | 20           | 30         | 63         | -               | -               | -         | -          | 16  | 6,8 | -   | 7,5 | 23   | -   | 15  | -  | -  | -   |
| 15         | -           | 38                 | 25          | 2,8             | 14          | 44           | 8,7        | 49         | -               | -               | -         | -          | 18  | 5,1 | -   | 8,8 | 42   | -   | 10  | -  | -  | -   |
| boorplaats | stalen M3   |                    |             |                 |             |              |            |            |                 |                 |           | stalen M4  |     |     |     |     |      |     |     |    |    |     |
|            | As          | Ba                 | Cr          | Co              | Cu          | Pb           | Ni         | Zn         | Mo              | Sn              | Cd        | As         | Ba  | Cr  | Co  | Cu  | Pb   | Ni  | Zn  | Mo | Sn | Cd  |
| 01         | geen staal  |                    |             |                 |             |              |            |            |                 |                 |           | geen staal |     |     |     |     |      |     |     |    |    |     |
| 02         | -           | 10                 | 5,2         | -               | -           | -            | -          | 6,5        | -               | -               | -         | -          | 23  | 12  | -   | -   | -    | 5,5 | 12  | -  | -  | -   |
| 03         | -           | 13                 | -           | -               | -           | -            | 5,0        | 9,8        | -               | -               | -         | geen staal |     |     |     |     |      |     |     |    |    |     |
| 04         | -           | 7,7                | 6,7         | -               | -           | -            | -          | 11         | -               | -               | -         | geen staal |     |     |     |     |      |     |     |    |    |     |
| 05         | 150         | 420                | -           | 35              | 8500        | 950          | 92         | 930        | -               | 300             | 2,5       | -          | 84  | -   | 5,0 | 43  | 69   | 11  | 120 | -  | -  | -   |
| 06         | -           | 21                 | -           | -               | -           | -            | -          | 7,3        | -               | -               | -         | geen staal |     |     |     |     |      |     |     |    |    |     |
| 07         | -           | 22                 | 5,0         | -               | -           | 5,0          | 6,4        | 7,8        | -               | -               | -         | geen staal |     |     |     |     |      |     |     |    |    |     |
| 08         | -           | 44                 | 17          | -               | 15          | 6,7          | 5,3        | 6,9        | -               | -               | -         | geen staal |     |     |     |     |      |     |     |    |    |     |
| 09         | -           | 14                 | 2,2         | -               | -           | -            | -          | 9,4        | -               | -               | -         | geen staal |     |     |     |     |      |     |     |    |    |     |
| 10         | -           | 9,7                | 6,2         | -               | -           | -            | -          | -          | -               | -               | -         | geen staal |     |     |     |     |      |     |     |    |    |     |
| 11         | -           | 11                 | -           | -               | -           | 8,9          | -          | -          | -               | -               | -         | geen staal |     |     |     |     |      |     |     |    |    |     |
| 12         | -           | 34                 | 11          | -               | -           | 5,9          | 5,0        | 7,1        | -               | -               | -         | geen staal |     |     |     |     |      |     |     |    |    |     |
| 13         | geen staal  |                    |             |                 |             |              |            |            |                 |                 |           | geen staal |     |     |     |     |      |     |     |    |    |     |
| 14         | -           | 11                 | 5,3         | -               | -           | -            | -          | -          | -               | -               | -         | geen staal |     |     |     |     |      |     |     |    |    |     |
| 15         | -           | 8,9                | 6,1         | -               | -           | -            | -          | 5,0        | -               | -               | -         | -          | 8,2 | 5,9 | -   | -   | -    | -   | 9,9 | -  | -  | -   |

∴ < detectielimiet (As:10, Cr: 5, Co: 5, Cu: 5, Pb: 5, Ni: 5, Zn: 5, Mo: 10, Sn: 10, Cd: 0,8 mg/kgds of ppm)

\*: achtergrondwaarde en saneringsnorm uitvoeringsdecreet \*\*: toetsing aan VROM-A, -B en -C norm

Tabel 8.7 Zware metalen in de BMI bodemstalen.



## 8.2 Onderzoek LTGH van 1995

De ligging van de staalnamepunten is aangegeven op figuur 8.1. Tabel 8.8 geeft het verband tussen het staalnummer (kolom 1), de boorplaats (kolom 2), de diepte waarop het staal werd genomen (kolom 3) het nr van het analyserapport (kolom 4) en het staalnummer volgens het bijhorend analyserapport SGS (kolom 5). De boorverslagen zijn in bijlage 6.1 weergegeven.

Tabel 8.8      Gegevens bodemstalen LTGH.

| staal n° | boring n° | staal van ... -... m diepte | rapport n° SGS | staal n° SGS |
|----------|-----------|-----------------------------|----------------|--------------|
| D1-1     | D1        | 000-040                     | 2              | 024          |
| D1-2     | D1        | 100-150                     | 2              | 025          |
| D2-1     | D2        | 100-125                     | 2              | 003          |
| D2-2     | D2        | 200-225                     | 2              | 004          |
| D3-1     | D3        | 050-150                     | 1              | 009          |
| D3-2     | D3        | 150-250                     | 1              | 010          |
| D4-1     | D4        | 020-070                     | 2              | 005          |
| D5-1     | D5        | 060-115                     | 1              | 007          |
| D5-2     | D5        | 115-170                     | 1              | 008          |
| D6-1     | D6        | 055-150                     | 1              | 005          |
| D6-2     | D6        | 150-200                     | 1              | 006          |
| D7-1     | D7        | 000-090                     | 1              | 003          |
| D7-2     | D7        | 140-250                     | 1              | 004          |
| D8-1     | D8        | 030-100                     | 2              | 001          |
| D8-2     | D8        | 100-150                     | 2              | 002          |
| D9-1     | D9        | 000-060                     | 1              | 017          |
| D9-2     | D9        | 060-250                     | 1              | 018          |
| D10-1    | D10       | 000-130                     | 1              | 001          |
| D10-2    | D10       | 130-200                     | 1              | 002          |
| D11-1    | D11       | 100-150                     | 1              | 015          |
| D11-2    | D11       | 150-250                     | 1              | 016          |
| D12-1    | D12       | 035-075                     | 2              | 008          |
| D13-1    | D13       | 070-110                     | 2              | 009          |
| D13-2    | D13       | 110-200                     | 2              | 010          |
| D15-1    | D15       | 000-090                     | 1              | 013          |
| D15-2    | D15       | 090-200                     | 1              | 014          |
| D16-1    | D16       | 085-150                     | 1              | 011          |
| D16-2    | D16       | 200-250                     | 1              | 012          |
| D17-1    | D17       | 060-170                     | 2              | 021          |
| D17-2    | D17       | 170-225                     | 2              | 022          |
| D17-3    | D17       | 225-300                     | 2              | 023          |
| D18-1    | D18       | 005-065                     | 2              | 011          |
| D18-2    | D18       | 090-215                     | 2              | 012          |
| D19-1    | D19       | 100-190                     | 2              | 013          |
| D19-2    | D19       | 250-300                     | 2              | 014          |
| D20-1    | D20       | 080-100                     | 2              | 019          |
| D20-2    | D20       | 170-200                     | 2              | 020          |
| D21-1    | D21       | 045-070                     | 2              | 015          |
| D21-2    | D21       | 070-165                     | 2              | 016          |
| D21-3    | D21       | 165-205                     | 2              | 017          |
| D21-4    | D21       | 225-300                     | 2              | 018          |

\*: 1= rapport LD-271008.01.A01

2= rapport LD-281603.01.A01





De analyseresultaten van de LTGH-bodemstalen (1995) vindt men in Bijlage 8.2 en 8.3 "Analyserapport LD-271008.01.A01" en "Analyserapport LD-281603.01.A01". In het bestek van dit onderzoek werden de volgende parametergroepen bepaald:

- polycyclische aromatische koolwaterstoffen PAK's (conform SM 6440)
- fenolen (index) (colimetrie na distillatie)
- droogrest (gravimetrie bij 105°C)
- aromatische koolwaterstoffen (gaschromatografie/head-space evaluatie)

De zware metalen werden gezien het vorig onderzoek (BMI-1993) niet verder onderzocht.

Tabel 8.9 geeft de resultaten van de diverse bodemanalysen voor die parameters die opgenomen zijn in het VLAREBO. De gemeten concentraties aan organische verbindingen in het vaste deel van de aarde worden getoetst aan de achtergrondwaarden en de bodemsaneringsnorm voor een standaardbodem (2% organisch materiaal).

Tabel 8.9 BETX(S) en PAK's in de LTGH bodemstalen (stalen D1-D9)

| parameter              | achtergrondwaarde(AW)<br>en saneringsnorm (SN) |     | boorplaats D1 |     | boorplaats D2 |      | boorplaats D3 |      | boorplaats D4 |      | boorplaats D5 |  |
|------------------------|--|-----|---------------|-----|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|--|
|                        | AW   | SN  | 01            | 02  | 01            | 02   | 01            | 02   | 01            | 01   | 02            |  |
| benzeen                | 0,1  | 1   | <             | <   | <             | <    | 2,1           | 0,05 | <             | 0,52 | 1,1           |  |
| tolueen                | 0,1  | 200 | <             | <   | <             | <    | 2,0           | 0,08 | <             | 4,3  | 2,0           |  |
| ethylbenzeen           | 0,1  | 70  | <             | <   | <             | <    | 0,17          | <    | <             | 0,4  | 0,09          |  |
| xyleen                 | 0,1  | 190 | <             | <   | 0,16          | <    | 2,1           | 0,3  | <             | 2,7  | 1,2           |  |
| styreen                | 0,1  | 13  | <             | <   | <             | <    | 0,6           | <    | <             | 1,6  | 0,6           |  |
| naftaleen              | 0,005  | 320 | 7,0           | <   | 33,0          | 12,0 | <             | 0,4  | 0,8           | 3,7  | 2,8           |  |
| benzo(a)pyreen         | 0,1  | 6,5 | 5,3           | <   | 1,0           | 0,1  | 9,7           | 0,4  | 13,0          | 7,7  | 2,0           |  |
| fenantreen             | 0,08   | 300 | 2,7           | <   | 8,4           | 4,4  | 5,8           | 0,5  | 9,2           | 13,0 | 2,0           |  |
| fluoranteen            | 0,2  | 270 | 6,0           | 0,2 | 2,7           | 0,8  | 6,6           | 1,3  | 19,0          | 31,0 | 4,0           |  |
| benzo(a)antraceen      | 0,06   | 350 | 5,0           | 0,1 | 1,1           | 0,2  | 50,0          | 0,5  | 12,0          | 9,6  | 2,0           |  |
| chryseen               | 0,15   | 800 | 5,6           | 0,1 | 1,6           | 0,3  | 33,0          | 0,6  | 13,0          | 12,0 | 2,4           |  |
| benzo(b)fluoranteen    | 0,2  | 350 | 5,0           | <   | 1,0           | 0,1  | 9,7           | 0,4  | 13,0          | 7,7  | 2,0           |  |
| benzo(k)fluoranteen    | 0,2  | 350 | 2,3           | <   | 0,4           | <    | 19,0          | 0,2  | 7,1           | 3,4  | 1,0           |  |
| benzo(ghi)peryleen     | 0,1  | 350 | 0,9           | <   | 0,5           | <    | 4,3           | <    | 7,7           | 6,8  | 2,2           |  |
| indeno(1,2,3-cd)pyreen | 0,1  | 350 |               |     |               |      |               |      |               |      |               |  |

&lt;: &lt; detectielimiet

| parameter              | achtergrondwaarde(AW)<br>en saneringsnorm (SN) |     | boorplaats D6 |       | boorplaats D7 |     | boorplaats D8 |        | boorplaats D9 |       |
|------------------------|--|-----|---------------|-------|---------------|-----|---------------|--------|---------------|-------|
|                        | AW   | SN  | 01            | 02    | 01            | 02  | 01            | 02     | 01            | 02    |
| benzeen                | 0,1  | 1   | <             | 2,5   | 0,61          | <   | 0,15          | 0,13   | 56            | 57    |
| tolueen                | 0,1  | 200 | <             | 4,6   | 1,2           | <   | 11            | 8      | 53            | 53    |
| ethylbenzeen           | 0,1  | 70  | <             | 2,4   | <             | <   | 3,4           | 3,9    | 3             | 9,2   |
| xyleen                 | 0,1  | 190 | <             | 17    | 1,4           | <   | 44            | 46     | 66            | 152   |
| styreen                | 0,1  | 13  | <             | 0,75  | 0,18          | <   | 13            | 2,7    | 15            | 45    |
| naftaleen              | 0,005  | 320 | <             | 120,0 | 1,0           | 0,2 | 1600,0        | 1500,0 | 1100,0        | 240,0 |
| benzo(a)pyreen         | 0,1  | 6,5 | 0,5           | 1,5   | 12,0          | 1,8 | 74,0          | 75,0   | 1000,0        | 91,0  |
| fenantreen             | 0,08   | 300 | 0,2           | 20,0  | 16,0          | 1,4 | 1200,0        | 1200,0 | 3800,0        | 360,0 |
| fluoranteen            | 0,2  | 270 | 1,2           | 12,0  | 44,0          | 4,2 | 680,0         | 580,0  | 3700,0        | 420,0 |
| benzo(a)antraceen      | 0,06   | 350 | 0,4           | 2,1   | 12,0          | 1,5 | 140,0         | 160,0  | 1000,0        | 120,0 |
| chryseen               | 0,15   | 800 | 0,4           | 2,0   | 20,0          | 1,7 | 140,0         | 120,0  | 2000,0        | 120,0 |
| benzo(b)fluoranteen    | 0,2  | 350 | 0,5           | 1,5   | 21,0          | 1,7 | 78,0          | 74,0   | 1200,0        | 86,0  |
| benzo(k)fluoranteen    | 0,2  | 350 | 0,2           | 0,6   | 9,3           | 0,7 | 37,0          | 37,0   | 600,0         | 41,0  |
| benzo(ghi)peryleen     | 0,1  | 350 | 0,6           | 1,6   | 20,0          | 1,6 | 25,0          | 23,0   | 1400,0        | 88,0  |
| indeno(1,2,3-cd)pyreen | 0,1  | 350 |               |       |               |     |               |        |               |       |

Tabel 8.9bis BETX(S) en PAK's in de LTGH bodemstalen (stalen D10-D18)

| parameter              | achtergrondwaarde(AW)<br>en saneringsnorm (SN) |     | boorplaats D10 |      | boorplaats D11 |       | boorplaats D12 | boorplaats D13 |       | boorplaats D14 |       |
|------------------------|--|-----|----------------|------|----------------|-------|----------------|----------------|-------|----------------|-------|
|                        | AW   | SN  | 01             | 02   | 01             | 02    | 01             | 01             | 02    | 01             | 02    |
| benzeen                | 0,1  | 1   | <              | 0,1  | 0,55           | 1,5   | <              | <              | <     | <              | <     |
| tolueen                | 0,1  | 200 | <              | 0,16 | 1,3            | 3     | <              | <              | <     | <              | <     |
| ethylbenzeen           | 0,1  | 70  | <              | <    | 3,6            | 0,55  | <              | <              | <     | <              | 0,06  |
| xyleen                 | 0,1  | 190 | <              | 0,84 | 5              | 1,7   | <              | <              | <     | <              | <     |
| styreen                | 0,1  | 13  | <              | <    | <              | 0,44  | <              | <              | <     | <              | <     |
| naftaleen              | 0,005  | 320 | 3,9            | 1,0  | 3200,0         | 250,0 | 68,0           | 51,0           | 3,2   | 0,5            | 30,0  |
| benzo(a)pyreen         | 0,1  | 6,5 | 88,0           | 21,0 | 150,0          | 4,8   | 570,0          | 380,0          | 200,0 | 4,2            | 16,0  |
| fenantreen             | 0,08   | 300 | 39,0           | 6,3  | 1300,0         | 42,0  | 490,0          | 700,0          | 25,0  | 3,3            | 340,0 |
| fluoranteen            | 0,2  | 270 | 170,0          | 38,0 | 820,0          | 25,0  | 1200,0         | 1000,0         | 220,0 | 6,4            | 250,0 |
| benzo(a)antraceen      | 0,06   | 350 | 80,0           | 18,0 | 220,0          | 6,9   | 690,0          | 490,0          | 180,0 | 4,1            | 32,0  |
| chryseen               | 0,15   | 800 | 81,0           | 18,0 | 240,0          | 6,4   | 960,0          | 310,0          | 170,0 | 6,2            | 41,0  |
| benzo(b)fluoranteen    | 0,2  | 350 | 71,0           | 18,0 | 140,0          | 4,2   | 520,0          | 490,0          | 210,0 | 3,5            | 18,0  |
| benzo(k)fluoranteen    | 0,2  | 350 | 36,0           | 8,5  | 68,0           | 2,1   | 260,0          | 160,0          | 87,0  | 1,8            | 8,4   |
| benzo(ghi)peryleen     | 0,1  | 350 | 67,0           | 17,0 | 110,0          | 3,5   | 150,0          | 28,0           | 55,0  | 1,9            | 2,9   |
| indeno(1.2.3-cd)pyreen | 0,1  | 350 |                |      |                |       |                |                |       |                |       |

&lt;: &lt; detectielimiet

| parameter              | achtergrondwaarde(AW)<br>en saneringsnorm (SN) |     | boorplaats D15 |      | boorplaats D16 |      | boorplaats D17 |      |      | boorplaats D18 |      |
|------------------------|--|-----|----------------|------|----------------|------|----------------|------|------|----------------|------|
|                        | AW   | SN  | 01             | 02   | 01             | 02   | 01             | 02   | 03   | 01             | 02   |
| benzeen                | 0,1  | 1   | 0,49           | 1,1  | 0,16           | 0,09 | <              | <    | <    | 1,5            | <    |
| tolueen                | 0,1  | 200 | 1,1            | 4,6  | 0,25           | 0,2  | <              | <    | <    | 1,8            | <    |
| ethylbenzeen           | 0,1  | 70  | 0,28           | 0,37 | 0,07           | 0,06 | <              | <    | <    | 0,31           | <    |
| xyleen                 | 0,1  | 190 | 1,7            | 1,6  | 0,94           | 0,36 | <              | <    | <    | 1,1            | <    |
| styreen                | 0,1  | 13  | 1,4            | 0,53 | 0,21           | <    | <              | <    | <    | 1              | <    |
| naftaleen              | 0,005  | 320 | 80,0           | 43,0 | 1,8            | 0,8  | 59,0           | 2,4  | 1,0  | 2100,0         | 7,9  |
| benzo(a)pyreen         | 0,1  | 6,5 | 420,0          | 6,8  | 33,0           | 5,3  | 160,0          | 26,0 | 9,8  | 320,0          | 8,2  |
| fenantreen             | 0,08   | 300 | 470,0          | 18,0 | 12,0           | 2,7  | 160,0          | 15,0 | 6,0  | 4500,0         | 57,0 |
| fluoranteen            | 0,2  | 270 | 720,0          | 20,0 | 37,0           | 9,8  | 170,0          | 24,0 | 13,0 | 2000,0         | 27,0 |
| benzo(a)antraceen      | 0,06   | 350 | 420,0          | 9,4  | 34,0           | 5,1  | 120,0          | 20,0 | 42,0 | 1000,0         | 10,0 |
| chryseen               | 0,15   | 800 | 500,0          | 8,7  | 37,0           | 5,6  | 210,0          | 26,0 | 8,3  | 910,0          | 11,0 |
| benzo(b)fluoranteen    | 0,2  | 350 | 510,0          | 8,3  | 28,0           | 4,6  | 140,0          | 19,0 | 7,1  | 490,0          | 16,0 |
| benzo(k)fluoranteen    | 0,2  | 350 | 150,0          | 6,3  | 14,0           | 2,5  | 68,0           | 9,6  | 3,4  | 300,0          | 3,3  |
| benzo(ghi)peryleen     | 0,1  | 350 | 400,0          | 4,7  | 28,0           | <    | 49,0           | 13,0 | 2,8  | 23,0           | 2,0  |
| indeno(1.2.3-cd)pyreen | 0,1  | 350 |                |      |                |      |                |      |      |                |      |



Tabel 8.9tris BETX(S) en PAK's in de LTGH bodemstalen (stalen D19-D21)

| parameter              | achtergrondwaarde(AW)<br>en saneringsnorm (SN) |     | boorplaats D19 |    | boorplaats D20 |     | boorplaats D21 |     |     |    |
|------------------------|--|-----|----------------|----|----------------|-----|----------------|-----|-----|----|
|                        | AW   | SN  | 01             | 02 | 01             | 02  | 01             | 02  | 03  | 04 |
| benzeen                | 0,1  | 1   | <              | <  | <              | <   | <              | <   | <   | <  |
| tolueen                | 0,1  | 200 | <              | <  | <              | <   | <              | <   | <   | <  |
| ethylbenzeen           | 0,1  | 70  | <              | <  | <              | <   | <              | <   | <   | <  |
| xyleen                 | 0,1  | 190 | <              | <  | <              | <   | <              | <   | <   | <  |
| styreen                | 0,1  | 13  | <              | <  | <              | <   | <              | <   | <   | <  |
| naftaleen              | 0,005  | 320 | 0,2            | <  | <              | <   | 1200,0         | 3,8 | 1,0 | <  |
| benzo(a)pyreen         | 0,1  | 6,5 | 0,4            | <  | <              | 0,4 | 19,0           | 0,8 | 0,2 | <  |
| fenantreen             | 0,08   | 300 | 0,3            | <  | <              | <   | 45,0           | 0,7 | 0,2 | <  |
| fluoranteen            | 0,2  | 270 | 0,9            | <  | <              | 0,8 | 20,0           | 2,0 | 0,5 | <  |
| benzo(a)antraceen      | 0,06   | 350 | 0,4            | <  | <              | 0,5 | 18,0           | 0,8 | 0,2 | <  |
| chryseen               | 0,15   | 800 | 0,5            | <  | <              | 0,6 | 20,0           | 0,9 | 0,2 | <  |
| benzo(b)fluoranteen    | 0,2  | 350 | 0,4            | <  | <              | 0,4 | 20,0           | 0,7 | 0,2 | <  |
| benzo(k)fluoranteen    | 0,2  | 350 | 0,2            | <  | <              | 0,2 | 15,0           | 0,3 | 0,1 | <  |
| benzo(ghi)peryleen     | 0,1  | 350 | <              | <  | <              | 0,2 | 6,8            | <   | <   | <  |
| indeno(1,2,3-cd)pyreen | 0,1  | 350 |                |    |                |     |                |     |     |    |

<: < detectielimiet



### Benzeen-tolueen-xyleen-ethylbenzeen-styreen

Wat betreft de BTEX(S) groep vindt men verhoogde concentraties (meetwaarde van 1 of meerdere parameters > achtergrondwaarde) in de grondstalen afkomstig van monsternameplaats D2, D3, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D14, D15, D16 en D18.

De saneringsnorm voor benzeen (1 mg/kg ds) is overschreden op monsternameplaats D3, D5, D6, D9, D11, D15 en D18; de saneringsnorm voor styreen (13 mg/kg ds) op monsternameplaats D9. Op geen enkele van de monsternameplaatsen is de saneringsnorm voor tolueen (200 mg/kg ds), voor ethyl-benzeen (70 mg/kg ds) en voor xylenen (190 mg/kg ds) overschreden. (Figuren 8.2-8.6).

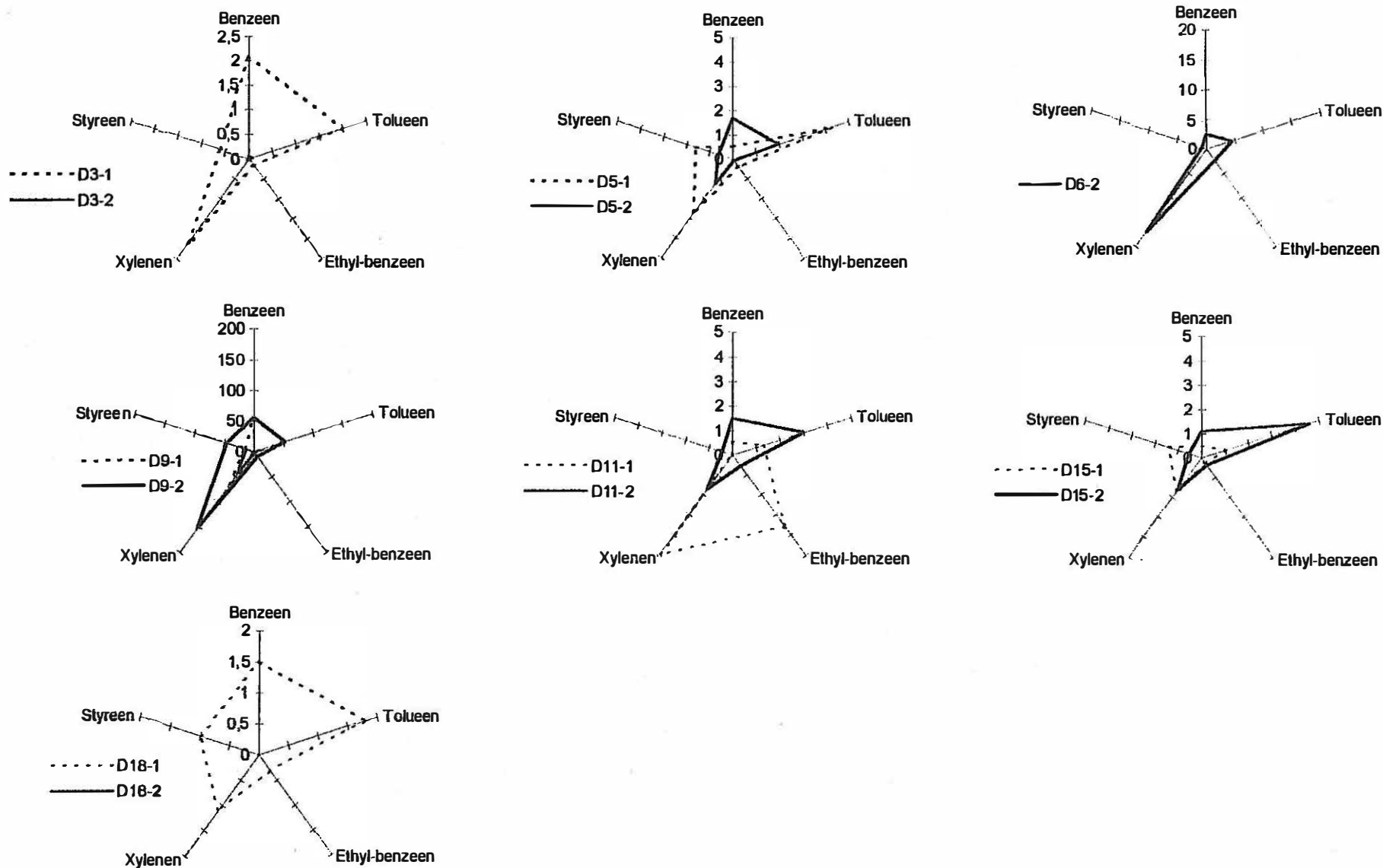
De verontreiniging is het meest uitgesproken ter hoogte van monsternameplaats D9 (=monsternameplaats 15 bodemonderzoek BMI 1993). Op deze plaats heeft men de hoogste concentraties gemeten; deze liggen evenwel onder de waarden van het BMI onderzoek van 1993.

De waarden voor benzeen, tolueen, ethylbenzeen, xylenen en styreen werd in rozetdiagram uitgezet voor de monsternameplaatsen waar de saneringsnorm van één of meerdere componenten wordt overschreden (Figuur 8.15). Hieruit kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- de waarden liggen ver onder de waarden van het BMI onderzoek van 1993;
- de verhouding tussen de diverse componenten is afhankelijk van monsternameplaats;
- de hoogste waarden werden gemeten op monsternameplaats D9, op deze plaats domineren xylenen; benzeen en styreen liggen er boven de saneringsnorm.

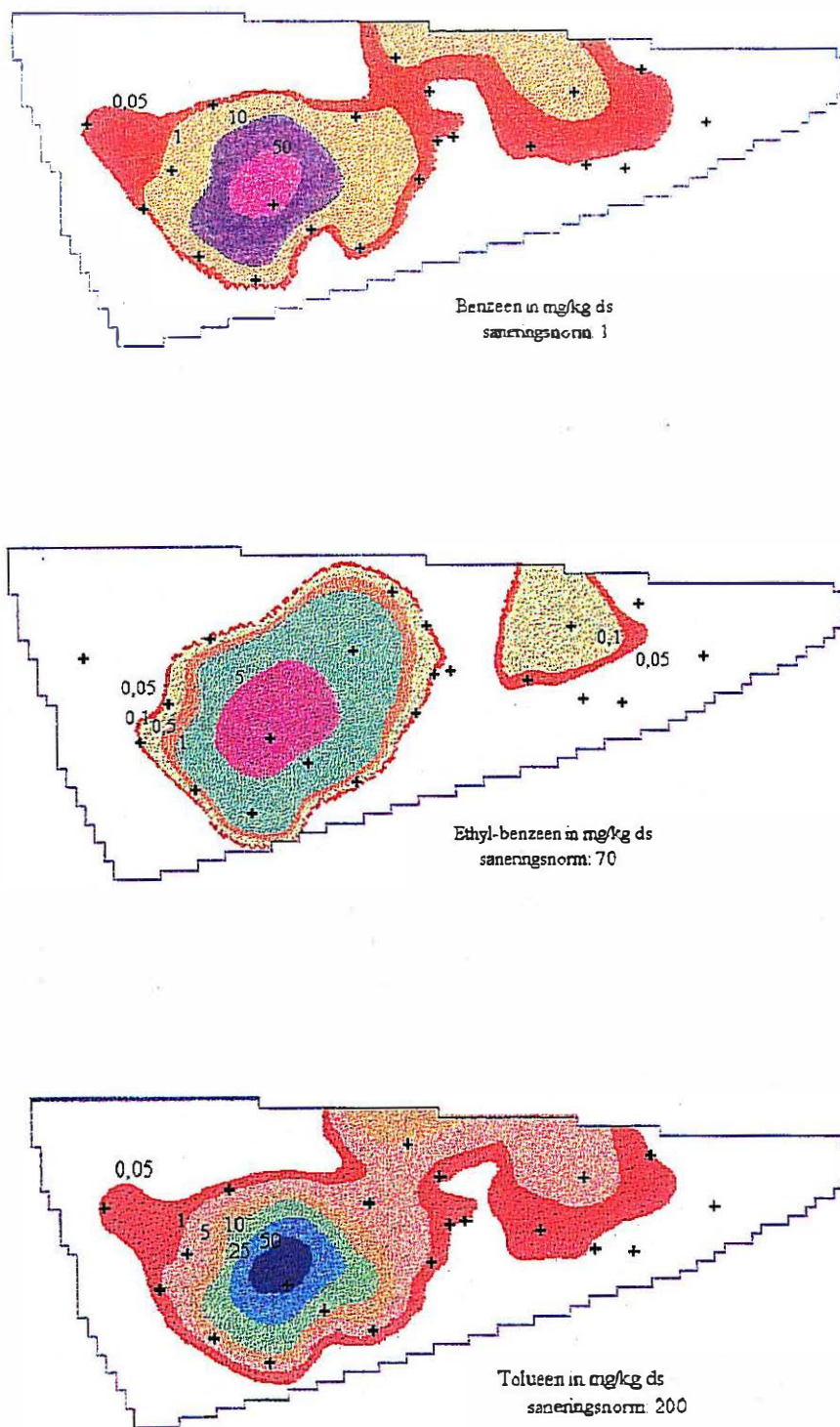
Aan de hand van de individuele meetwaarden (van elke monsternameplaats werd de hoogste waarde weerhouden) werd de BTEX(S) verdeling over het studiegebied aan de hand van iso-concentratielijnen uitgezet. Hierbij werd een interpolatie (inverse distance weighted, quadratic nodal function) gedaan aan de hand van de beschikbare waarden. De resultaten zijn weergegeven in figuren 8.16 en 8.17. Alle vijf de parameters geven een gelijkaardig beeld met een maximum in de omgeving van monsternamepunt 9; de concentraties nemen af volgens een quasi concentrisch patroon met een uitloper naar D15 en D18 (primaire lekken t.h.v. D9 en D18?). Voor benzeen is de uitbreiding van de zone waar de saneringsnorm (1 mg/kg ds) is overschreden relatief groot; voor styreen beperkt deze zone zich tot de nabije omgeving van monsternameplaats D9; voor de overige BTEX(S) is er geen overschrijding van de saneringsnorm.

De bodemstalen van het LTGH van 1995 geven een verontreinigingspatroon vergelijkbaar met dat van het BMI onderzoek van 1993. In beide gevallen wijzen de gegevens op een bodemverontreiniging door BTX-en met twee verontreinigingskernen binnen het bedrijfsterrein. De eerste kern bevindt zich ter hoogte van D9, de tweede ter hoogte van D18. Kwantitatief wijken beide stalenreeksen sterk van elkaar af; ten opzichte van de BMI-stalen zijn in de LTGH-stalen beduidend lagere waarden gemeten. De analysegegevens van de bodemstalen D22 tot D26, waar een drijfslag en bijgevolg ook een duidelijke BTEX(S) bodemverontreiniging werd verwacht en ten dele werd waargenomen, zijn niet beschikbaar (bodemonsters zijn volgens opdrachtgever verloren gegaan bij het analysebureau SGS).

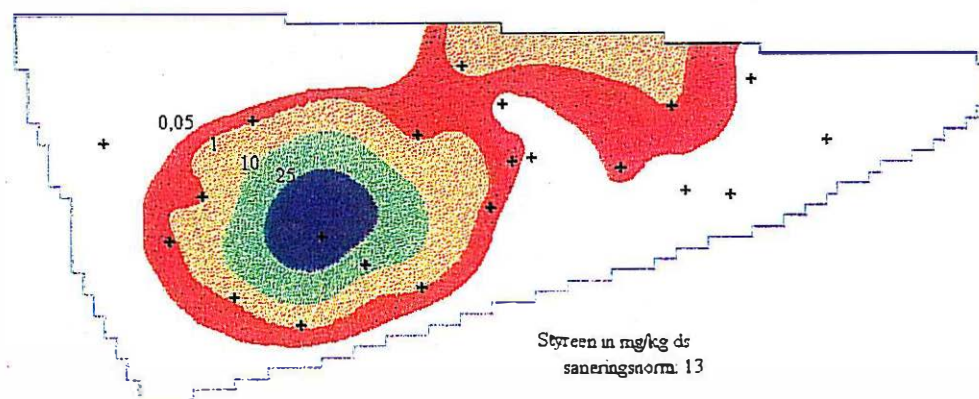
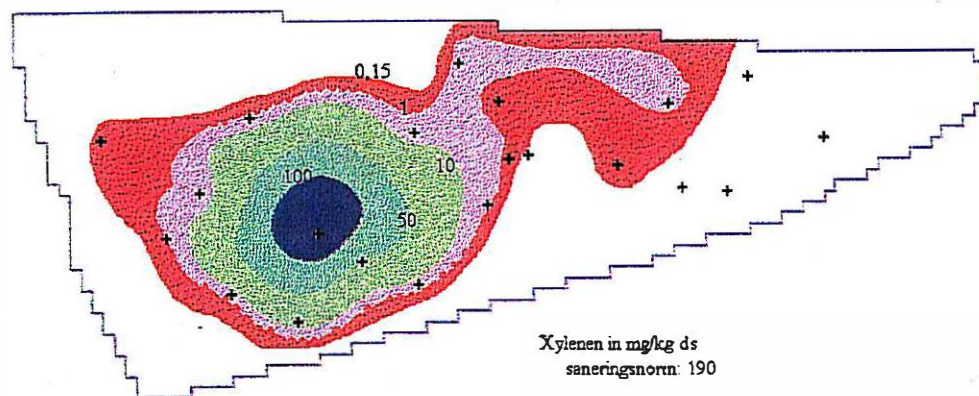


Figuur 8.15 BTEX(S)-verdeling voor de monsternamplaatsen waar de saneringsnorm door één of meerdere componenten is overschreden (in mg/kg ds).





Figuur 8.16    Benzeen, ethylbenzeen en toluen in de bodem van het bedrijfsterrein (mg/kg ds)



Figuur 8.17 Xylenen en styreen in de bodem van het bedrijfsterrein (mg/kg ds)



### PAK's

Wat betreft de groep van PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen) vindt men verhoogde waarden op alle monsternameplaatsen.

In tabel 8.9 zijn de analyseresultaten weergegeven voor die PAK's die in het VLAREBO zijn opgenomen. Uit de tabel blijkt dat:

- de achtergrondwaarde of de detectielimiet op alle plaatsen overschreden is;
- de waarden in het rood gekleurd de bodemsaneringsnorm overschrijden;
- er geen enkele overschrijding is van de saneringsnormen (voor die PAK's opgenomen in het VLAREBO) ter hoogte van de boorplaatsen D1, D2, D6, D19 en D20;
- de saneringsnorm in geringe mate overschreden is ter hoogte van de monsternamepunten D4, D5 en D7;
- de saneringsnorm overschreden is door minstens drie PAK's of door één PAK's maar dan in ernstige mate, ter hoogte van de monsternamepunten D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, D17 en D21;
- de saneringsnorm in ernstige mate overschreden is door het grootste deel van de PAK's opgenomen in het VLAREBO ter hoogte van de monsternamepunten D8, D9, D11, D12, D13, D15 en D18

De bodemverontreiniging door PAK's is het sterkst op monsternameplaatsen D9 en D18. Hier zijn, met uitzondering van naftaleen, de hoogste concentraties aangetroffen. De hoogste concentratie aan naftaleen werd gemeten ter hoogte van boorplaats D11.

De hoogste concentratie vindt men ter hoogte van:

D11 voor *naftaleen*

D18 voor *acenaftyleen - fluoreen - fenantreen - antraceen - benzo(a)antraceen*

D9 voor *acenaftelen - fluoranteen - pyreen - benzo(a)antraceen - chryseen - benzo(b)fluoranteen - benzo(k)fluoranteen - dibenzo(ghi)antraceen - benzo(ghi)peryleen + Indeno(1,2,3-cd)pyreen*

### ***PAK's - verhouding tussen de diverse PAK***

De relatieve verhouding tussen de 16 PAK's is voor een aantal bodemstalen weergegeven in taartdiagram (Bijlage 8.4) en staafdiagram (Figuur 8.18); figuren 8.19-8.21 illustreren de PAK's verontreiniging en de bijdrage van de individuele PAK's aan de som van de PAK.

De hoogste concentraties zijn gemeten in de stalen D8-1, D8-2, D9-1, D11-1, D12-1, D13-1, D15-1 en D18-1. Duidelijk verhoogde waarden zijn gemeten in de stalen D9-2, D10-1, D13-2, D14-2, D17-1 en D21-1.

De PAK-verdeling in bodemstalen D8-1 en D8-2 is vergelijkbaar; naftaleen, fenantreen en





fluoranteen domineren; acenafteen, fluoreen en antraceen zijn eveneens in belangrijke mate aanwezig; de overige PAK's zijn minder vertegenwoordigd.

In bodemstaal D9-1 zijn fenantreen, fluoranteen en pyreen en in iets geringere mate chryseen de belangrijkste PAK.

In bodemstaal D11 is vooral naftaleen de belangrijkste PAK, daarnaast zijn ook fenantreen, antraceen, fluoranteen en pyreen relatief belangrijk.

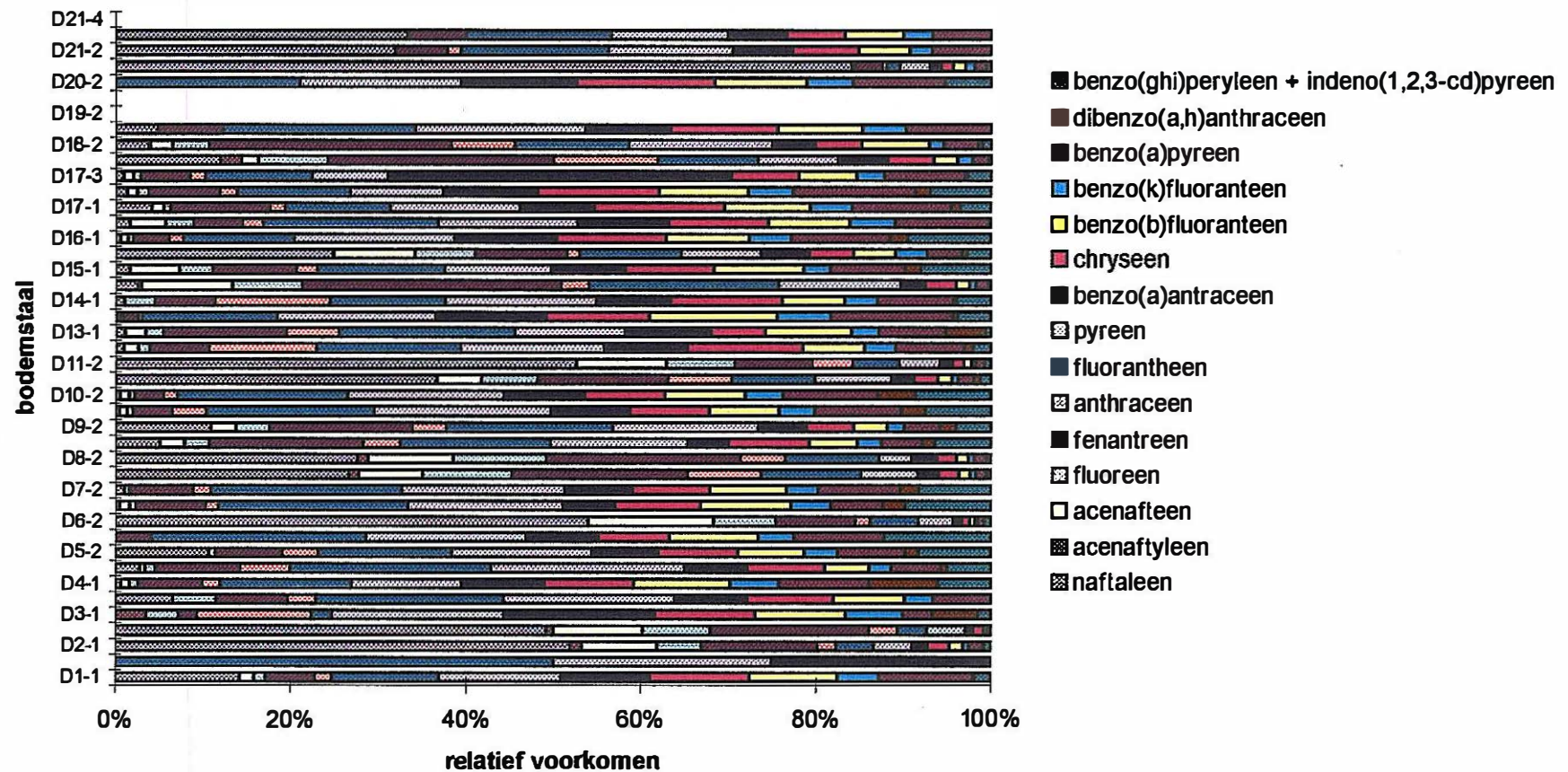
In bodemstaal D12 is de verhouding tussen de diverse PAK's gespreid, als belangrijkste heeft men antraceen, fluoranteen, pyreen, benzo(a)antraceen en chryseen en in mindere mate fenantreen, benzo(b)fluoranteen en benzo(a)pyreen.

Bodemstalen D13-1 en D15-1 hebben een gelijkaardige distributie; vooral fenantreen, fluoranteen, pyreen, benzo(a)antraceen, chryseen, benzo(b)fluoranteen en benzo(a)pyreen zijn belangrijk, daarnaast komen ook dibenzo(a,h)antraceen (staal D13-1) en benzo(ghi)peryleen + indeno(1,2,3-cd)pyreen in relatief belangrijke verhouding voor. In bodemstaal D18-1 heeft men als belangrijkste PAK's componenten naftaleen, fenantreen, antraceen, fluoranteen en pyreen en in mindere mate fluoreen, benzo(a)antraceen en chryseen.

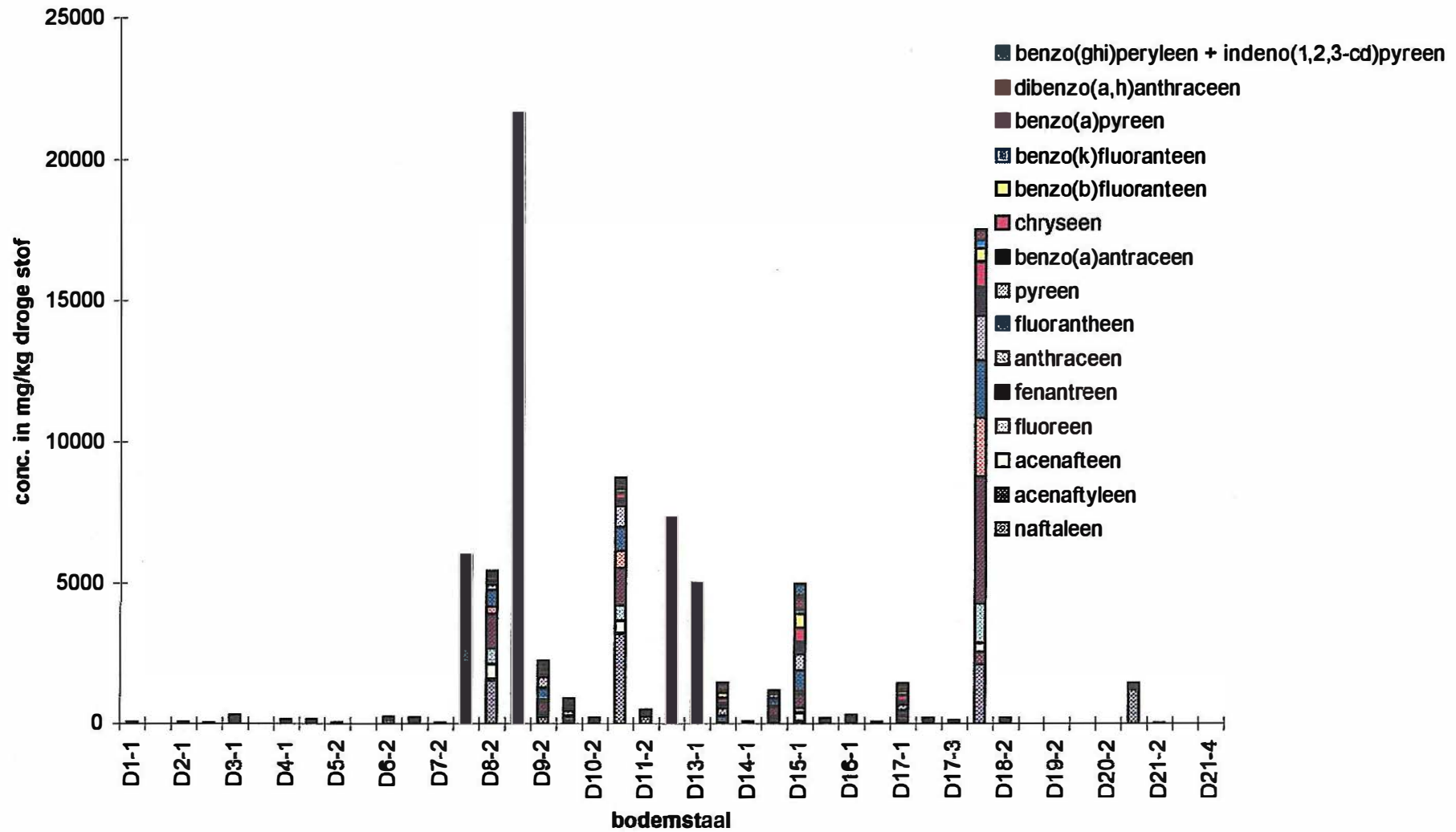
#### ***opmerkelijke vaststellingen***

- de concentratie van de diverse PAK's in de bodemstalen D1-1, D1-2, D2-2, D3-2, D5-2, D6-1, D7-2, D15-2, D16-2, D19-1, D19-2, D20-1, D20-2, D21-2, D21-3 en D21-4 is relatief gering; de interpretatie van de diagrammen (relatieve verdeling aan PAK's in de bodemstalen) is weinig significant voor deze stalen;
- in bodemstaal D21-1 vindt men een sterke dominantie van naftaleen t.o.v. de overige PAK; dit is eveneens het geval voor de bodemstalen D11-1, D11-2, D6-2 en D1-1;
- in bodemstaal D17-3 is benzo(a)antraceen de belangrijkste PAK;
- over het geheel van de bodemstalen blijken naftaleen, fluoreen, fenantreen, antraceen, fluoranteen, pyreen, chryseen, benzo(b)fluoranteen en benzo(b)pyreen de belangrijkste PAK's te zijn.

**Figuur 8.18 VERHOUDING VAN DE 16 PAK's IN HET BODEMSTAAL**

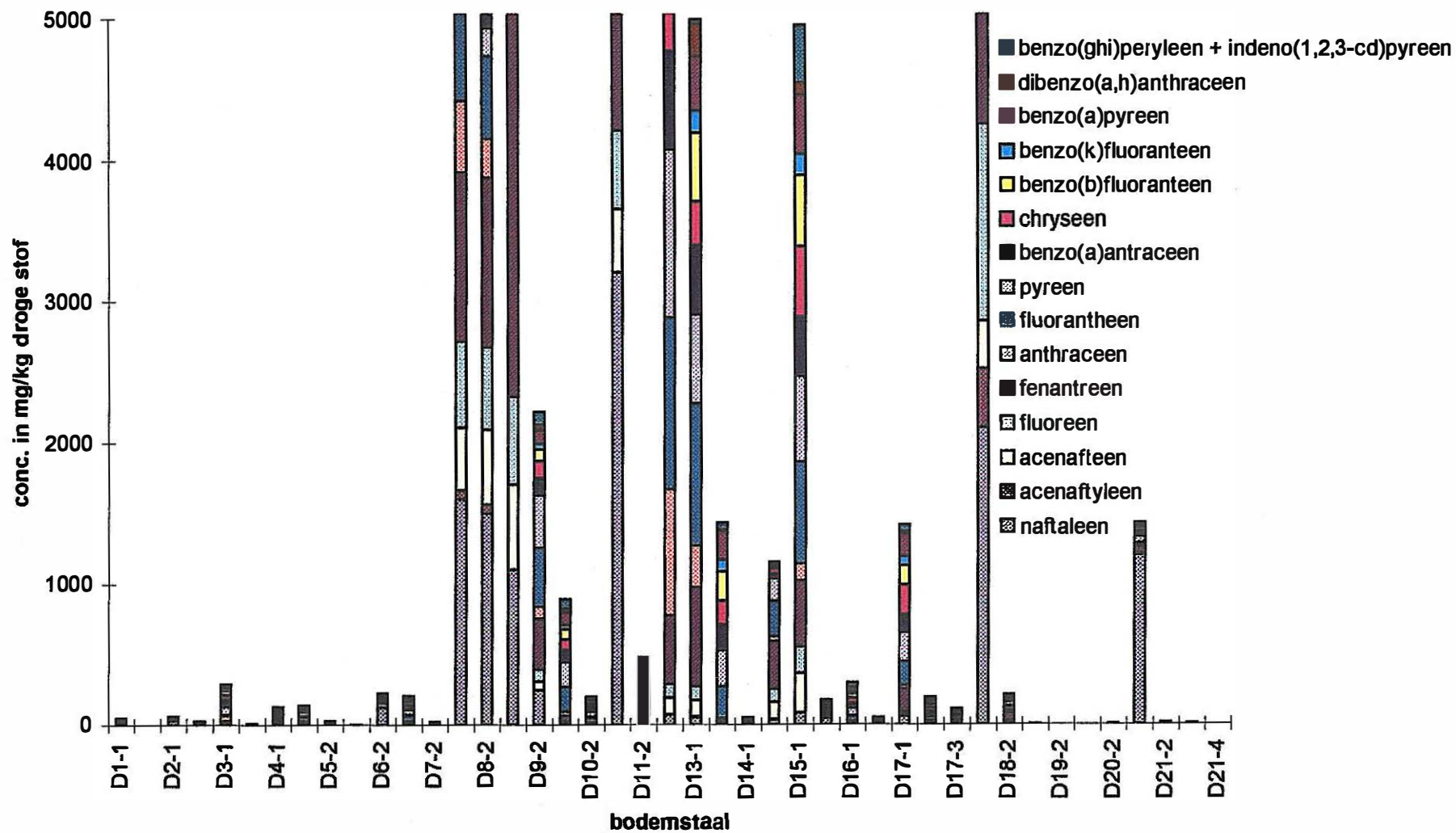


**Figuur 8.19**    **PAK's in bodemstalen LTGH**

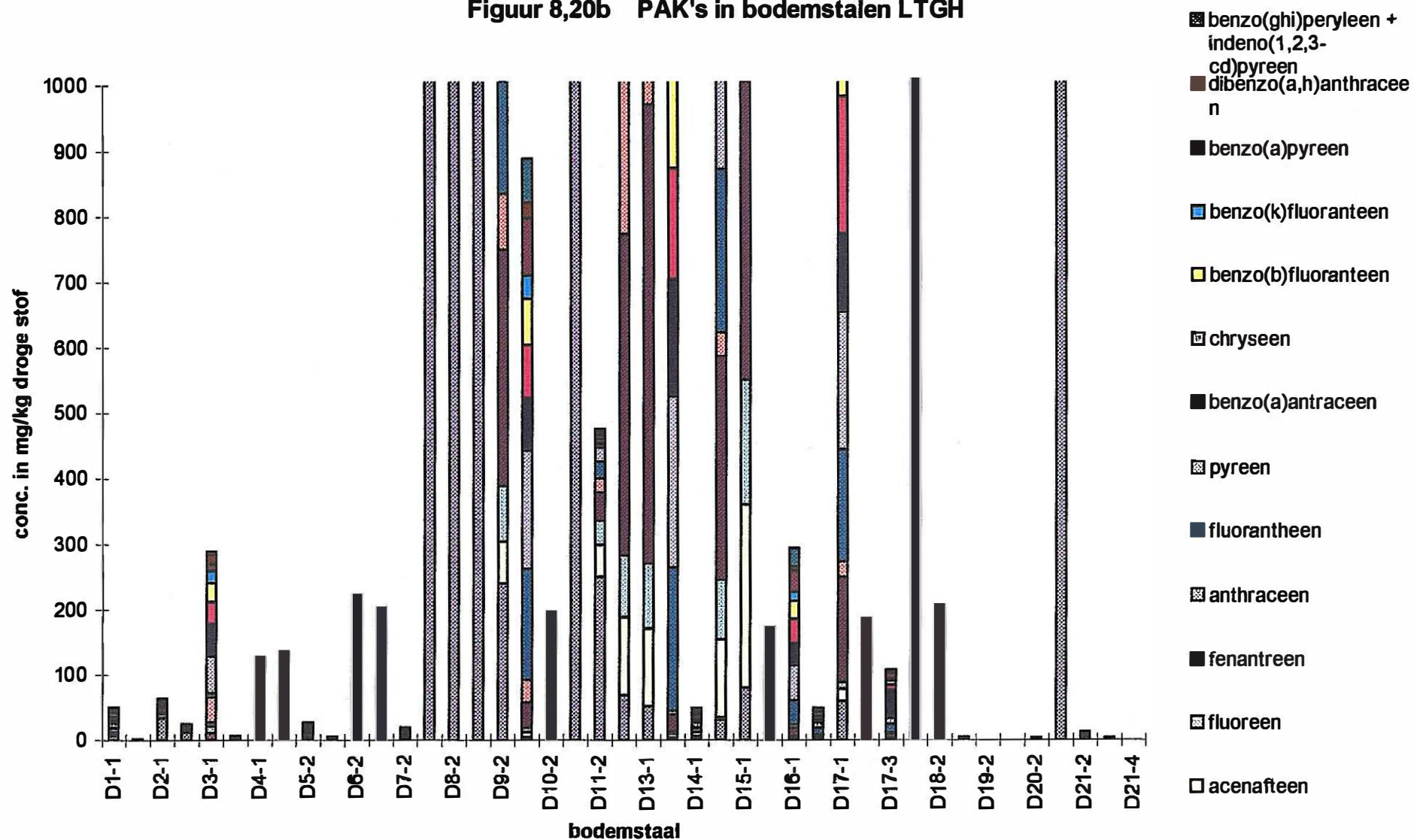




**Figuur 8.20** PAK's in bodemstalen LTGH



### Figuur 8,20b PAK's in bodemstalen LTGH



**PAK-verdeling over het bedrijfsterrein**

De PAK-verontreiniging werd gesimuleerd door interpolatie (inverse distance weighted, quadratic nodal function) van de puntwaarnemingen over gans het bedrijfsterrein. De verontreiniging is weergegeven door middel van iso-concentratielijnen (Figuren 8.21-8.25). Van elke monsternameplaats werd de hoogst gemeten concentratie behouden.

Uit de figuren blijkt dat men de sterkste verontreiniging aantreft ter hoogte van monsternameplaatsen D9 en D18. De PAK's kunnen in vier groepen onderverdeeld worden afhankelijk van de plaats met hoogste concentratie.

- de PAK's met een max. concentratie ter hoogte van D9:  
    acenaftteen en pyreen;
- de PAK's met een max. concentratie ter hoogte van D18:  
    antraceen, acenaftyleen en fluoreen;
- de PAK's met een max. concentratie ter hoogte van D9 en met een grote concentratie ter hoogte van D18:  
    fenantreen, fluoranteen, benzo(a)antraceen, chryseen, benzo(b)fluoranteen, benzo(k)fluoranteen, benzo(a)pyreen
- naftaleen vertoont als enige een max. ter hoogte van D15

Uit de figuren blijkt dat de verontreiniging van de bodem door PAK's vermoedelijk binnen het bedrijfsterrein blijft; de stalen nabij de bedrijfsgrens vertonen lage PAK's waarden. De verontreinigingszone strekt zich uit volgens een NNW-ZZO gerichte band gaande vanaf D18 tot aan D9; ter hoogte van D19 en D18 is de verontreiniging het grootst, ten noorden van D18 en ten zuiden van D9 is er nagenoeg geen verontreiniging.

De saneringsnormen van het VLAREBO zijn overschreden over een relatief groot deel van het studiegebied voor naftaleen, voor fluoranteen en voor benzo(a)pyreen. Voor fenantreen, voor benzo(a)antraceen, voor chryseen, voor benzo(k)fluoranteen en voor benzo(b)fluoranteen is de zone waar de saneringsnorm is overschreden eerder gering.

Naast de PAK's opgenomen in het VLAREBO zijn enkele bijkomende PAK's bepaald, met name:

- acenaftyleen
- acenaftteen
- fluoreen
- antraceen
- pyreen
- dibenzo(a,h)antraceen

De gemeten concentraties voor deze bijkomende PAK's bevestigen het PAK-verontreinigingsbeeld (opgesteld a.d.h. van de PAK's opgenomen in het VLAREBO).

Onderstaande tabel geeft voor de verschillende monsternamepunten het totaal gehalte aan





PAK's (16 PAK) in mg/kg ds.

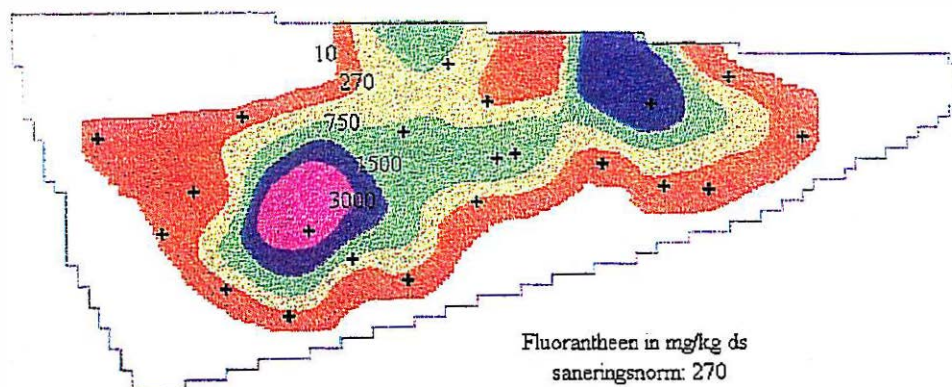
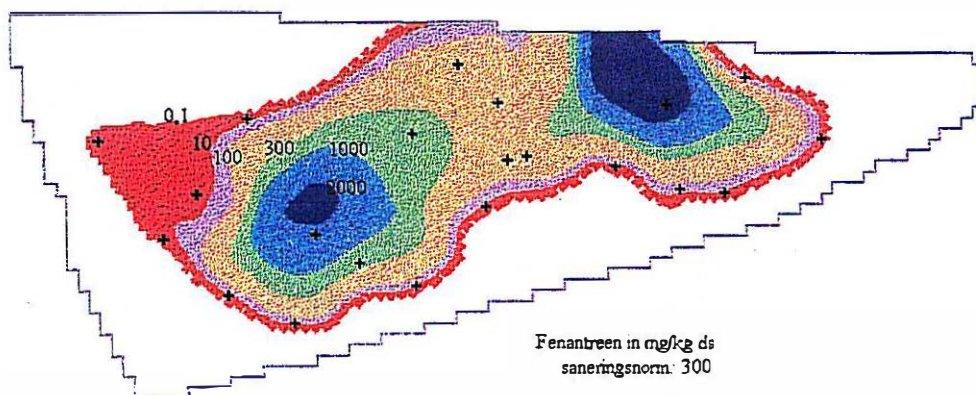
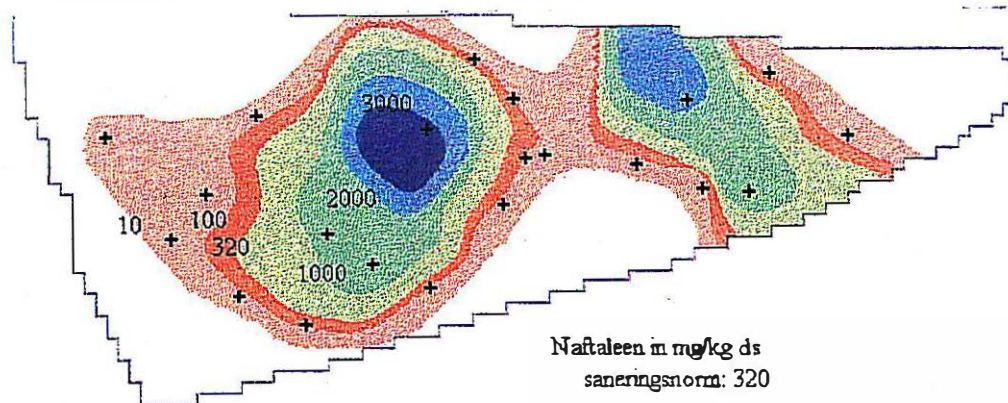
Tabel 8.10 Som van de 16 meest voorkomende PAK's

| bodemstaal | som PAK's<br>(mg/kg ds) | bodemstaal | som PAK's<br>(mg/kg ds) |
|------------|-------------------------|------------|-------------------------|
| D1-1       | 49,3                    | D13-1      | 4989                    |
| D1-2       | 0,4                     | D13-2      | 1433                    |
| D2-1       | 63,5                    | D14-1      | 48,6                    |
| D2-2       | 24,4                    | D14-2      | 1152                    |
| D3-1       | 289                     | D15-1      | 4947                    |
| D3-2       | 6,1                     | D15-2      | 173                     |
| D4-1       | 127                     | D16-1      | 294                     |
| D5-1       | 135                     | D16-2      | 49                      |
| D5-2       | 26,3                    | D17-1      | 1416                    |
| D6-1       | 4,9                     | D17-2      | 187                     |
| D6-2       | 223                     | D17-3      | 107                     |
| D7-1       | 203                     | D18-1      | 17516                   |
| D7-2       | 19,3                    | D18-2      | 207                     |
| D8-1       | 5991                    | D19-1      | 4,1                     |
| D8-2       | 5423                    | D19-2      | 0                       |
| D9-1       | 21640                   | D20-1      | 0                       |
| D9-2       | 2213                    | D20-2      | 3,8                     |
| D10-1      | 889                     | D21-1      | 1427                    |
| D10-2      | 196                     | D21-2      | 11,9                    |
| D11-1      | 8733                    | D21-3      | 3                       |
| D11-2      | 475                     | D21-4      | 0                       |
| D12-1      | 7298                    |            |                         |

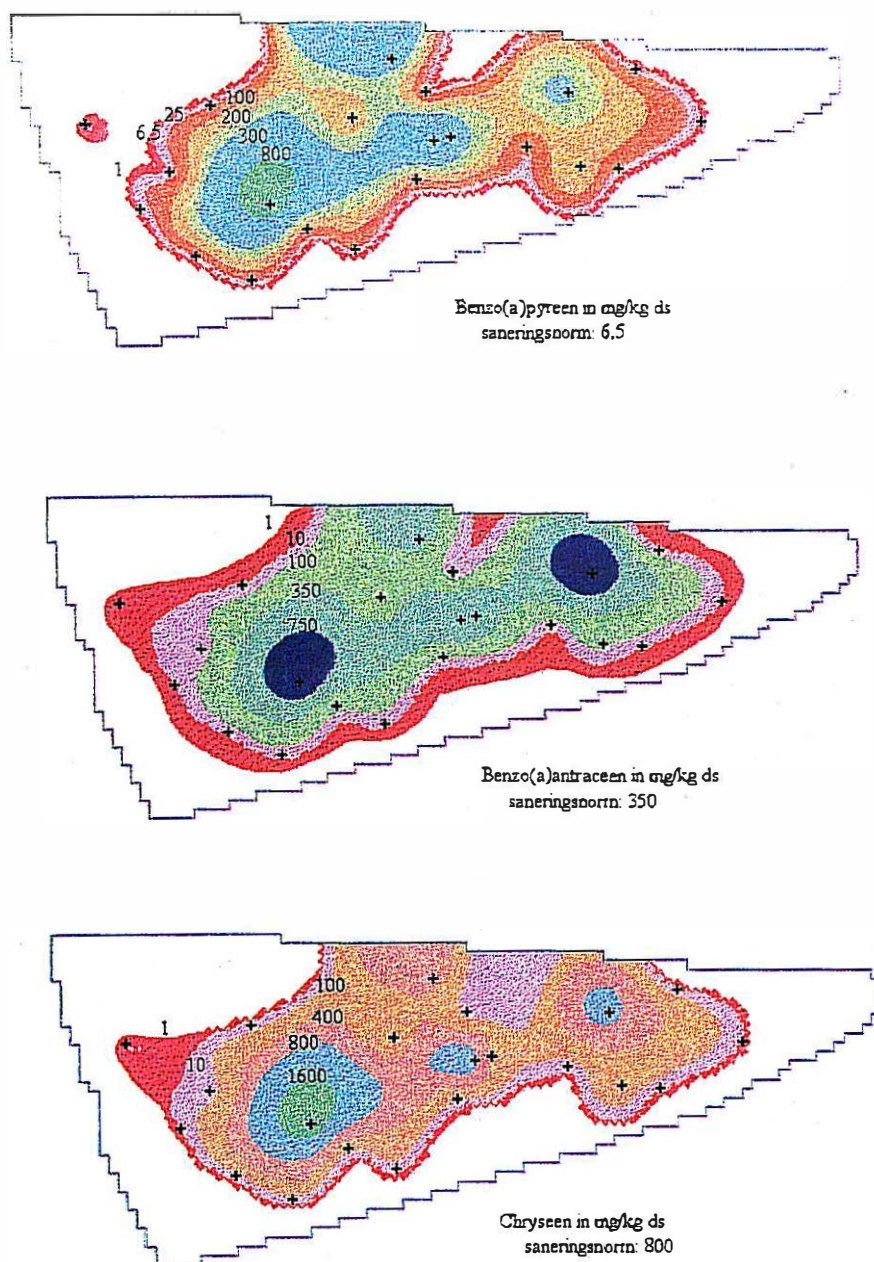
0: alle PAK's < 0,1 mg/kg ds

Uit deze tabel blijkt duidelijk dat de hoogste concentraties aan PAK's voorkomen ter hoogte van monsternamplaats D8, D9, D11, D12, D13, D14, D15, D17, D18 en D21. De plaatsen waar de hoogste concentraties werden aangetroffen zijn respectievelijk D9, D18, D11, D12, D8, D13 en D15.

Figuur 8.26 geeft de uitbreiding van de PAK-verontreiniging aan de hand van de som van de 16 PAK. Hieruit blijkt dat de zone met verhoogde PAK's waarden binnen het bedrijfsterrein ligt. De zone met sterk verhoogde waarden is ellipsvormig volgens NNW-ZZO richting; ter hoogte van D9 en D18 werd de grootste PAK-bodemverontreiniging waargenomen.

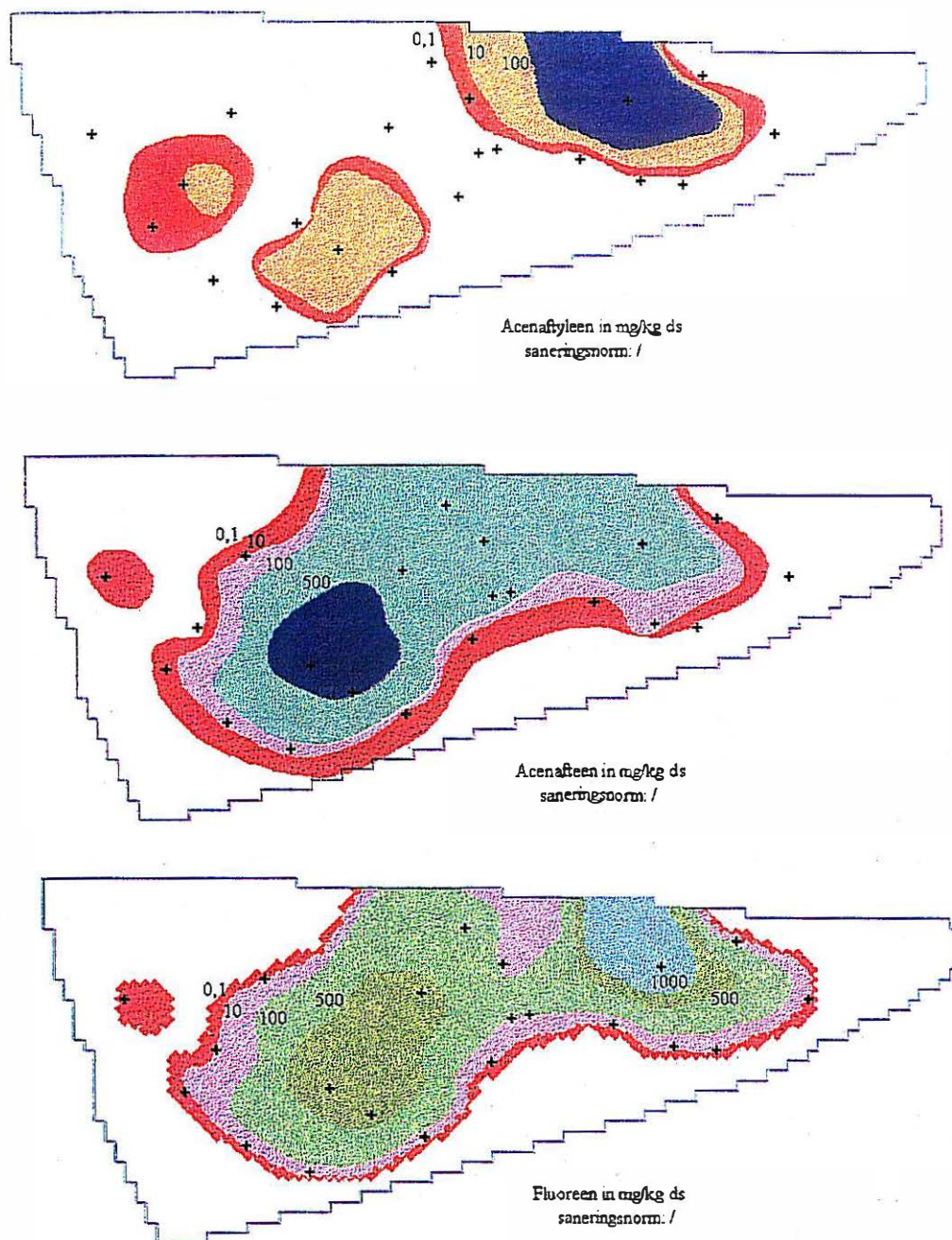


Figuur 8.21 Naftaleen, fenantreen en fluorantreen in de bodem van het bedrijfsterrein (mg/kg ds).

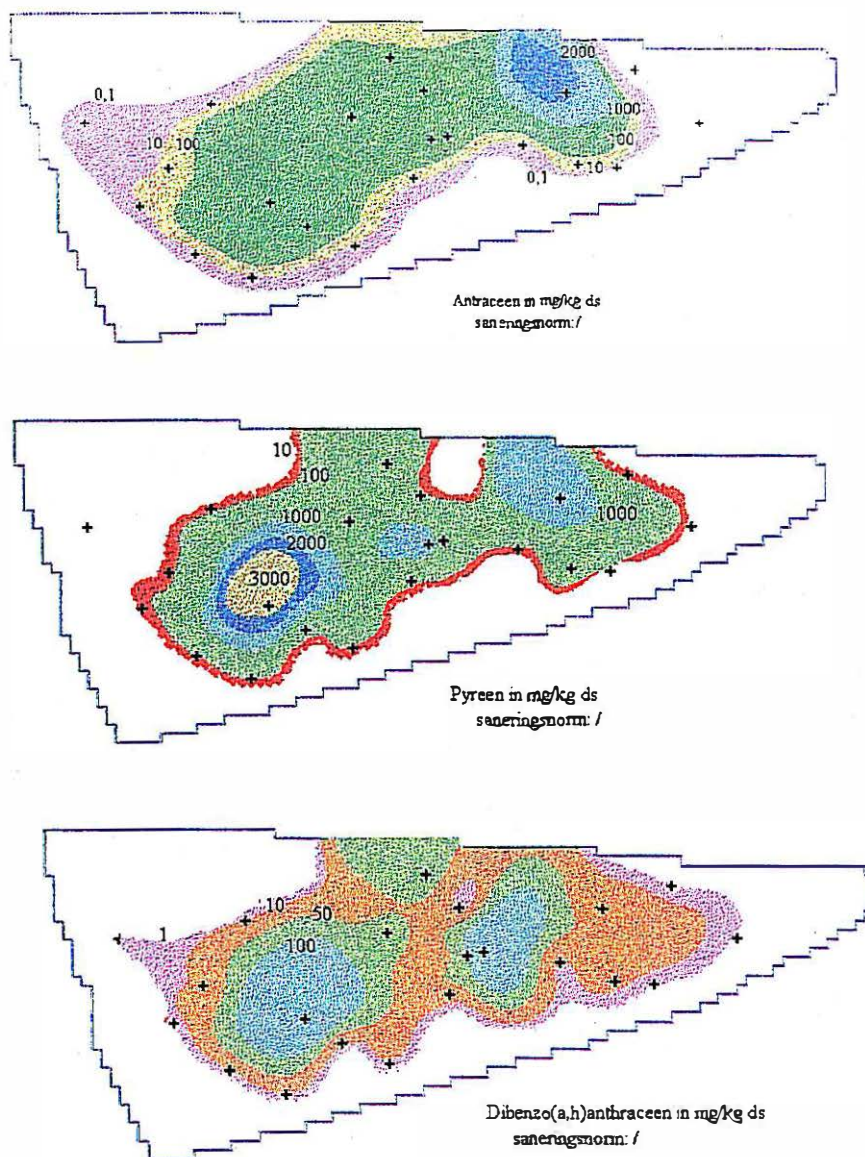


Figuur 8.22 Benzo(a)pyreen, benzo(a)antracene en chryseen in de bodem van het bedrijfsterrein (mg/kg ds).

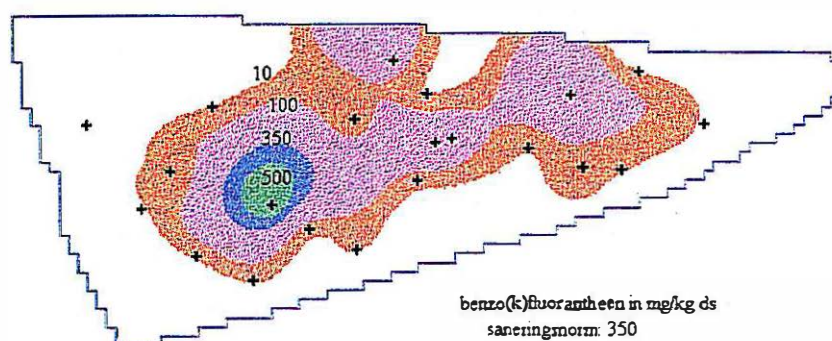
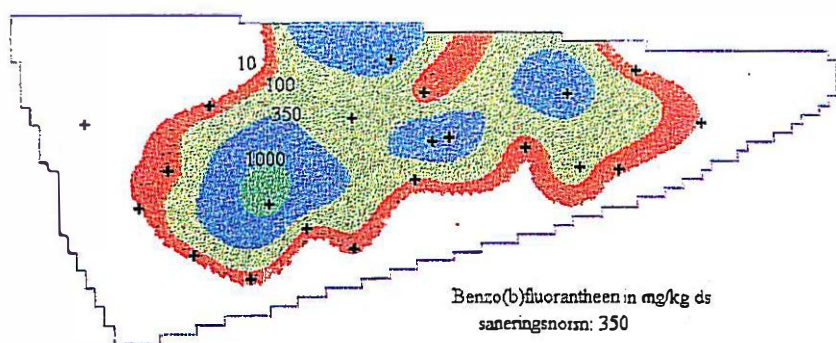




Figuur 8.23    Acenafityleen, acenafteen en fluoreen in de bodem van het bedrijfsterrein (mg/kg ds).

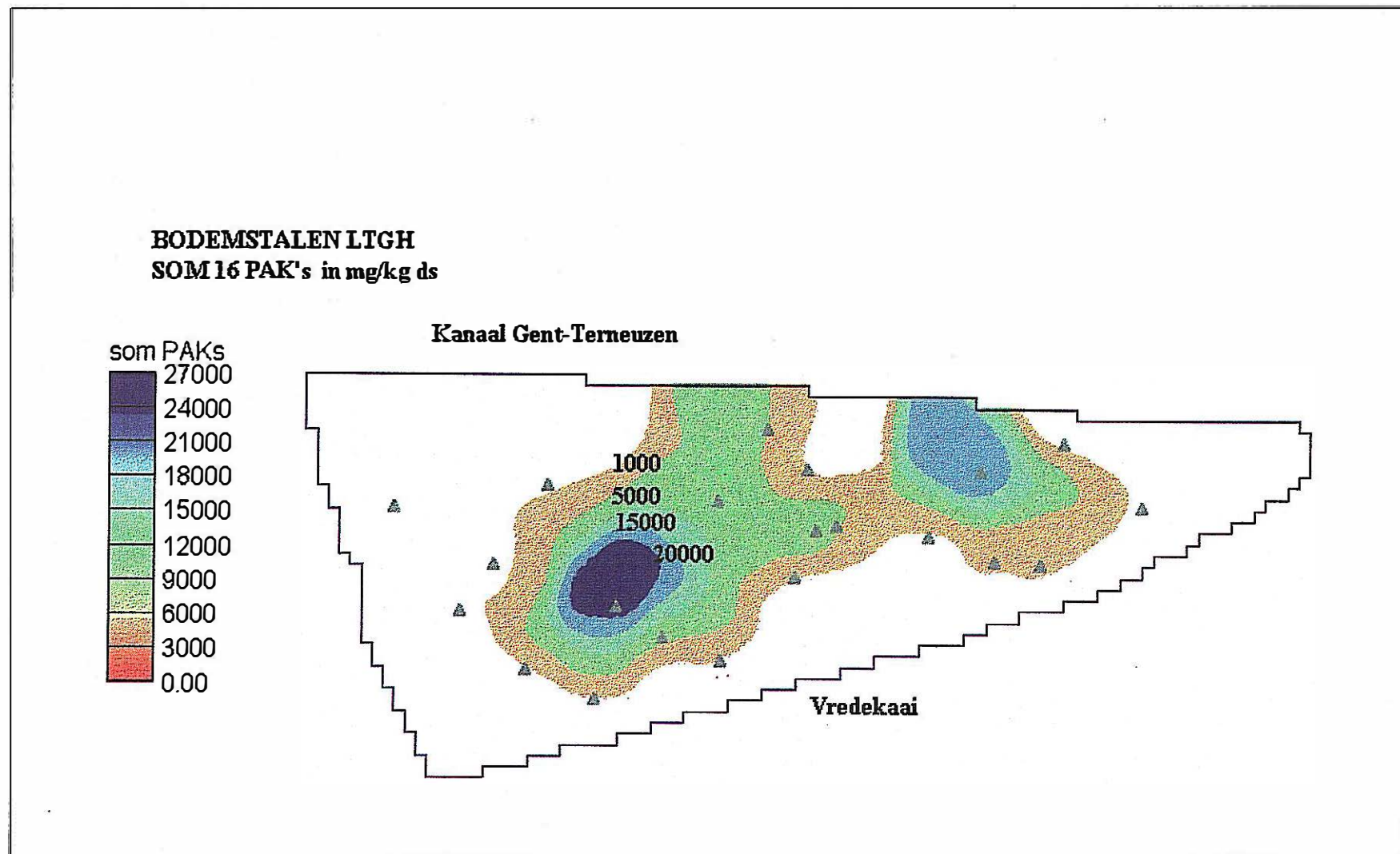


Figuur 8.24    Anthracen, pyreen en dibenzo(a,h)anthracen in de bodem van het bedrijfsterrein (mg/kg ds).



Figuur 8.25 Benzo(b)fluoranteen en benzo(k)fluoranteen in de bodem van het bedrijfsterrein (mg/kg ds).





Figuur 8.26 Som van de PAK's (16 PAK's) in de bodem van het bedrijfsterrein (in mg/kg ds).



## Fenolen

De bodemverontreiniging werd eveneens geëvalueerd aan de hand van de fenolindex. De fenolen worden gekenmerkt door een relatief hoge oplosbaarheid en een lage octanol-water partitie coëfficiënt waardoor zij redelijk goed oplosbaar zijn in water en slechts in mindere mate absorberen aan bodemdeeltjes of bioaccumuleren. In het studiegebied bedraagt de fenolindex (mg/kg ds) op talrijke plaatsen minder dan 1; de plaatsen waar een hogere fenolindex werd waargenomen zijn vermeld in tabel 8.11.

Tabel 8.11 Door fenol verontreinigde plaatsen

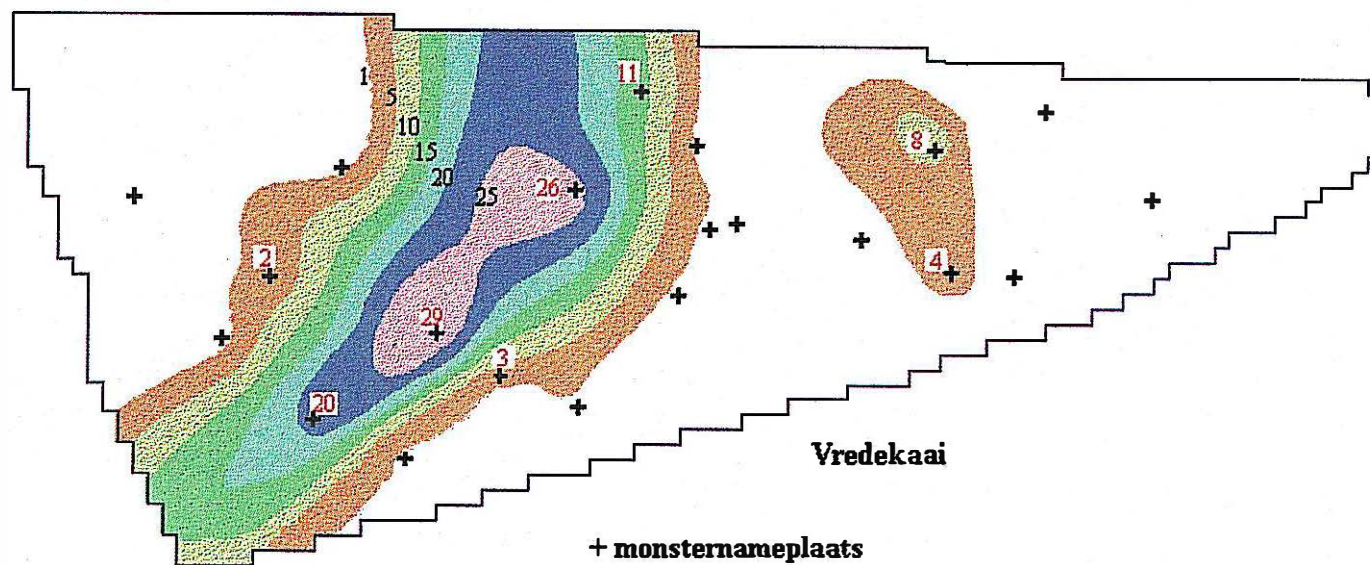
| bodemstaal | fenolindex (mg/kg ds) |
|------------|-----------------------|
| D3-1       | 2                     |
| D5-1       | 20                    |
| D5-2       | 2                     |
| D8-1       | 3                     |
| D8-2       | 2                     |
| D9-1       | 29                    |
| D9-2       | 11                    |
| D11-1      | 26                    |
| D11-2      | 3                     |
| D15-1      | 1                     |
| D15-2      | 11                    |
| D17-1      | 4                     |
| D18-1      | 8                     |

De grootste fenolverontreiniging werd gemeten ter hoogte van D9, D5, D11 en D18. Dit zijn, met uitzondering van D5, de plaatsen waar een belangrijke BTEX(S) en/of PAK's verontreiniging werd vastgesteld. Figuur 8.27 geeft de uitbreiding van de fenolverontreiniging. Voor de plaatsen waar de fenolindex groter is dan 1, werd de waarde op de figuur aangeduid.

Vooral in het centrale deel van het bedrijfsterrein wordt een fenol-bodemverontreiniging waargenomen. De kern van de verontreinigingszone strekt zich uit rondom de monsternamplaatsen D5, D9 en D11. De iso-concentratielijnen volgen een NW-ZO patroon. De analyses wijzen erop dat er geen uitbreiding is van de fenolverontreiniging in de richting van het park. Ook aan de noordzijde en in het zuidwesten van het bedrijfsterrein wordt een lage fenolindex gemeten. De grens van de fenolveontreiniging in zuidoostelijke richting (bebouwde zone tussen Vredekaai, Kanaalstraat en Kol. O. Boultonstraat) is niet gekend.

**BODEMSTALEN LTGH**  
**FENOLINDEX in mg/kg ds**

**Kanaal Gent-Terneuzen**



Figuur 8.27 Fenolen (fenolindex) in de bodem van het bedrijfsterrein (in mg/kg ds).





## 9 GRONDWATERKWALITEIT

Gelet op de activiteiten van VtT werd hier vooral aandacht besteed aan de aanwezigheid van organische stoffen in het grondwater. Tijdens het BMI-onderzoek werden ook enkele zware metalen geanalyseerd.

### 9.1 NAPL's

De meeste organische stoffen die werden onderzocht voor de karakterisering van de grondwaterverontreiniging zijn gekenmerkt door een geringe tot zeer geringe oplosbaarheid in water; zij worden aldus beschouwd als NAPL's (non aqueous phase liquids). Zij hebben een dichtheid groter (dense non aqueous phase liquids DNAPL) of kleiner (light non aqueous phase liquids LNAPL) dan die van water. Afhankelijk van hun oplosbaarheid en de verontreinigingsgraad vindt men ze in meerdere of mindere mate in de opgeloste fase. Zij kunnen voorkomen aan de basis van een watervoerende eenheid boven een slecht of zeer slecht-doorlatende horizon (DNAPL) of ter hoogte van de watertafel (LNAPL).

Figuren 9.1 en 9.2 geven schematisch de verspreiding van respectievelijk LNAPL's en DNAPL's in een grondwaterreservoir. In tabellen 9.1 en 9.2 zijn een aantal fysisch/chemische eigenschappen verzameld van de onderzochte organische stoffen. Het betreft oa. de "solventen" BTEX(S) en de polyaromatische koolwaterstoffen die in de VLAREBO wetgeving zijn opgenomen.

Tabel 9.1 geeft enkele kenmerken voor de onderzochte verbindingen. De eerste vijf hiervan worden gerekend tot de groep van BTEX(S); zij worden gekenmerkt door een geringe dichtheid (kleiner dan die van water) en een relatief grote oplosbaarheid. De overige verbindingen worden gerekend tot de groep van PAK. Zij zijn weinig tot zeer weinig oplosbaar in water; de meeste hebben dichtheid die groter is dan die van water. Kolom 2 geeft de dichtheid en kolom 3 de oplosbaarheid (bij 20°C) van een aantal organische verbindingen. Verbindingen met een hoge oplosbaarheid worden gemakkelijker getransporteerd in het grondwater, hebben veelal een lage adsorptie coëfficiënt voor de bodem, een geringe bioaccumulatiefactor (waterorganismen) en zijn relatief gemakkelijk biologisch afbreekbaar. De oplosbaarheid neemt meestal af met toenemende temperatuur. In kolom 6 is voor een aantal verbindingen de octanol-water partiticoëfficiënt ( $K_{ow}$ ) gegeven. Deze wordt gedefinieerd als de verhouding tussen de concentratie in de octanol en in de waterige fase. Lage  $K_{ow}$  waarden ( $<10$ ) zijn indicatief voor hydrofiele verbindingen met een hoge oplosbaarheid; hoge  $K_{ow}$  waarden ( $>10000$ ) wijzen op hydrofobe verbindingen. Kolom 7 geeft de constante van Henry, die een maat is voor de vluchtigheid. Hoe groter de constante, hoe vluchtiger de verbinding en hoe gemakkelijker zij uit een vloeistoffase kan verwijderd worden. De parameterwaarden wisselen afhankelijk van de geraadpleegde bron.

Tabel 9.2 geeft de relatieve partitionering van enkele petroleumverbindingen; deze geeft de maat aan voor de affiniteit van de stof voor de vaste, de vloeibare en de gasfase. Uit de tabel blijkt dat de PAK's een grote affiniteit hebben voor de bodemfractie en een geringe tot zeer



geringe affiniteit voor de waterige fase; zij komen nagenoeg niet voor in de gasfase. De BTEX(S) hebben een grote affiniteit voor de gasfractie en komen in mindere mate voor in water en bodem. De fenolen vindt men vooral terug in de waterige fase en in geringe mate in de bodem; zij komen nagenoeg niet voor in de gasfase.

Tabel 9.3 geeft de relatie tussen de constante van Henry ( $H_a$ ) en de vluchtigheid. De constante combineert de dampspanning, de oplosbaarheid en het molecuulair gewicht. Zij is een maat voor de verdamping vanuit een oplossing. Hoe groter de  $H_a$ -waarde van de verbinding, hoe groter de vluchtigheid.

Tabel 9.1 Kenmerken van de onderzochte BTEX(S) en PAK's

| verbinding             | dichtheid<br>in kg/dm <sup>3</sup> | oplosbaarheid<br>in mg/l | bodem-water<br>partitie<br>coëfficiënt | water-lucht<br>partitie<br>coëfficiënt | octanol/water<br>partitie<br>coëfficiënt<br>Kow | Henry's<br>constante<br>H<br>atm | aantal<br>zes<br>ringen | aantal<br>vijf<br>ringen |
|------------------------|------------------------------------|--------------------------|--|--|---|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| benzeen *              | 0,879                              | 1780                     | 97                                     | 5,88                                   | 130   | 230                              | 1                       |                          |
| tolueen *              | 0,866                              | 535                      | 242                                    | 3,85                                   | 130   | 217                              | 1                       |                          |
| ethylbenzeen *         | 0,867                              | 152                      | 622                                    | 3,80                                   | 1400  | 359                              | 1                       |                          |
| styreen                | 0,906                              | 300                      |  |  |   |                                  | 1                       |                          |
| xyleen *               | 0,880                              | 175                      | 363                                    | 4,68                                   | 890   | 266                              | 1                       |                          |
| naftaleen *            | 1,145                              | 32                       | 1300                                   |  | 2800  | 20                               | 2                       |                          |
| acenafteen *           | 1,069                              | 3,42                     | 2580                                   |  | 10000   | 5,1                              | 2                       | 1                        |
| acenafteleen           | 1,194                              | 3,93                     | 3814                                   |  |   |                                  | 2                       | 1                        |
| fluoreen               | 1,203                              | 1,98                     | 5835                                   |  |   | 6,67 e-4                         | 2                       | 1                        |
| fluoranteen            | 1,252                              | 0,275                    | 19000                                  |  |   |                                  | 3                       | 1                        |
| fenantreen             | 0,980                              | 1,29                     | 23000                                  |  |   |                                  | 3                       |                          |
| antraceen              | 1,283                              | 0,073                    | 26000                                  |  |   | 1,08 e-5                         | 3                       |                          |
| benzo(a)antraceen      |                                    | 0,014                    | 125719                                 |  |   | 1,16 e-9                         | 4                       |                          |
| benzo(a)pyreen *       | 1,350                              | 0,0012                   | 282185                                 |  | 1150000   | 0,1                              | 5                       |                          |
| chryseen               | 1,274                              | 0,006                    | 420108                                 |  |   | 6,3 e-9                          | 4                       |                          |
| benzo(b)fluoranteen    |                                    | 0,0012                   | 1148497                                |  |   |                                  | 4                       | 1                        |
| benzo(g,h,i)peryleen * |                                    | 0,0007                   | 1488389                                |  | 3240000   | 0                                | 6                       |                          |
| dibenzo(a,h)antraceen  | 1,252                              | 0,00249                  | 1668800                                |  |   | 1 e-10                           | 5                       |                          |
| benzo(k)fluoranteen    |                                    | 0,00055                  | 2020971                                |  |   |                                  | 4                       | 1                        |
| pyreen                 | 1,271                              | 0,135                    | 63000                                  |  |   | 6,67 e-6                         | 4                       |                          |
| fenol *                | 1,071                              | 93400                    |  |  | 29  | 0,017                            | 1                       |                          |
| indeno(1,2,3-cd)pyreen |                                    |                          |  |  |   |                                  | 5                       | 1                        |
| koolteer               | 1,028                              |                          |  |  |   |                                  |                         |                          |
| creosoot               | 1,05                               |                          |  |  |   |                                  |                         |                          |



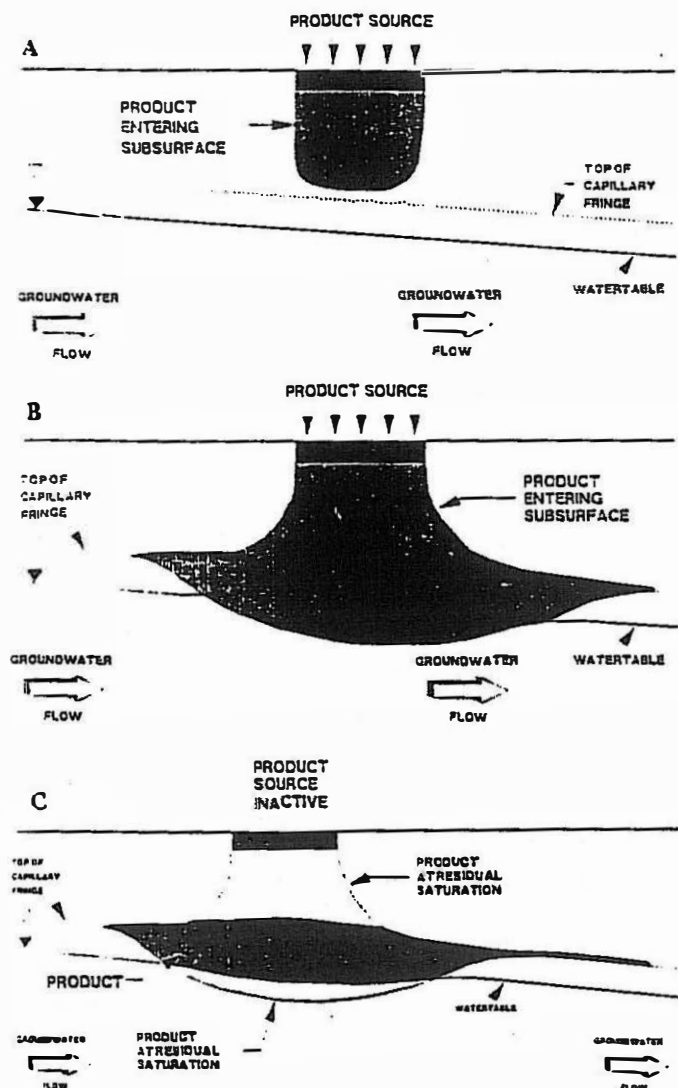
Tabel 9.2    Relatieve partitionering van petroleumverbindingen (richtwaarden in %)

| verbinding       | bodemfractie<br>(adsorptie aan<br>bodemdeeltjes) | luchtfractie | waterfractie<br>(opgelost in grondwater en<br>bodemvocht) |
|------------------|--|--------------|---|
| benzeen          | 3  | 62           | 35  |
| ethylbenzeen     | 21   | 59           | 20  |
| tolueen          | 3  | 77           | 20  |
| xyleen (o)       | 15   | 54           | 31  |
| fenol            | 9  | 0,01         | 91  |
| naftaleen        | 61   | 8            | 31  |
| fenantreen       | 88   | 2            | 10  |
| benz(a)antraceen | 100  | 0            | 0   |
| benzo(a)pyreen   | 100  | 0            | 0   |

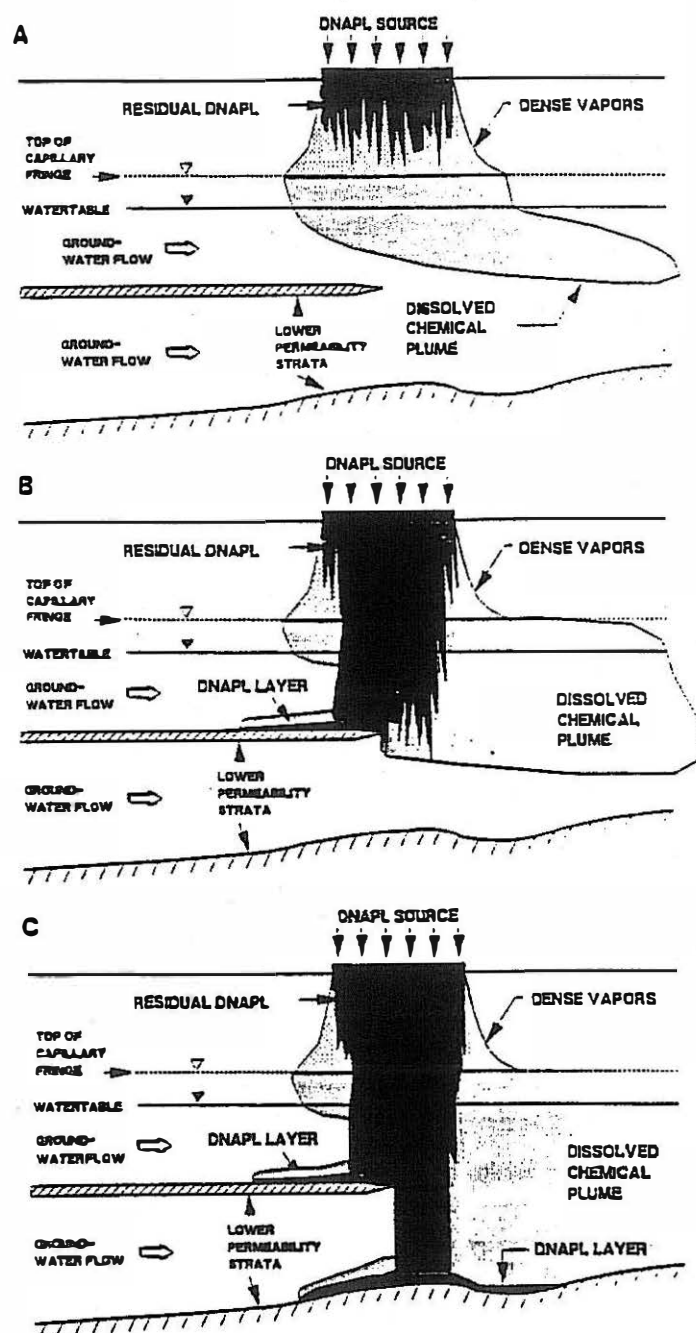
Tabel 9.3    Relatie  $H_a$  - vluchtigheid

| vluchtigheid | $H_a$                         |
|--------------|-------------------------------|
| laag         | $\leq 3 \cdot 10^{-7}$        |
| intermediair | $3 \cdot 10^{-7} - < 10^{-5}$ |
| matig        | $10^{-5} - < 10^{-3}$         |
| hoog         | $\geq 10^{-3}$                |





Figuur 9.1 Verspreiding van een LNAPL lek in het grondwaterreservoir



Figuur 9.2 Verspreiding van een DNAPL lek in het grondwaterreservoir



### 9.1.1 LNAPL's

LNAPL's zijn lichter dan water en migreren, na een lek, verticaal in de onverzadigde zone onder invloed van gravitaire en capillaire krachten. Indien een voldoende hoeveelheid LNAPL's in de bodem terechtkomt (meer dan de residuele LNAPL-saturatie) zal een deel ervan de top van de capillaire zone bereiken en het beschikbare water verdringen. Indien voldoende LNAPL's geaccumuleerd wordt, verdringt deze helemaal de waterige capillaire zone en ontstaat een drijfslag bovenop de watertafel. De mobiele LNAPL kan in de onverzadigde zone migreren volgens de helling van de grondwatertafel. Boven de drijfslag bevat het grondwaterreservoir eveneens LNAPL's (in een concentratie die minimaal gelijk is aan de residuele LNAPL-concentratie) veroorzaakt door de verticale migratie van de LNAPL's vanaf het maaiveld of veroorzaakt door de schommelingen in de grondwatertafel. Een deel van de LNAPL's kan oplossen in het grondwater en zo verder migreren. De LNAPL's in de onverzadigde zone kan in de dampfase terechtkomen of oplossen in het capillair water. De graad van differentiatie (tabel 10.2) hangt oa. af van de relatieve vluchtigheid en van de oplosbaarheid van de LNAPL. LNAPL's met een relatief lage water-lucht partitie coëfficiënt (vb. alkanen) verkiezen de dampfase, LNAPL's met een relatief hoge water-lucht partitie coëfficiënt verkiezen de waterige fase (vb. benzeen, toluen, xylene, ethylbenzeen).

De dikte van de drijfslag in het reservoir wordt afgeleid uit de drijfslagdikte in de peilbuizen; dit is schematisch weergegeven in Figuur 10.3. In de zone waar de som van water- en LNAPL-saturatie 100% is en waar tevens het LNAPL-gehalte hoger is dan de residuele LNAPL-concentratie is de LNAPL's mobiel en kan zij in de filter van de peilbuis stromen. De druk van de LNAPL's in de peilbuis verlaagt het waterpeil in de peilbuis tot onder het peil van de watertafel. Dit betekent concreet dat de gemeten dikte van de drijfslag in de peilbuis steeds groter is dan de dikte van de drijfslag in het reservoir. Deze overschatting is groter voor dunne drijfslagen met een belangrijke capillaire zone.

De verspreiding van LNAPL's in het reservoir wordt tevens beïnvloed door de seizoenfluctuatie van de grondwatertafel. Bij een grondwatertafeldaling zakt de drijfslag mee; residuele LNAPL's blijven achter in de onverzadigde zone. Wanneer de watertafel stijgt, stijgt ook de drijfslag; residuele LNAPL's blijven dan achter in de verzadigde zone (dus onder de watertafel). Als de watertafel sneller stijgt dan de drijfslag blijven LNAPL-lenzen onder de grondwatertafel achter.

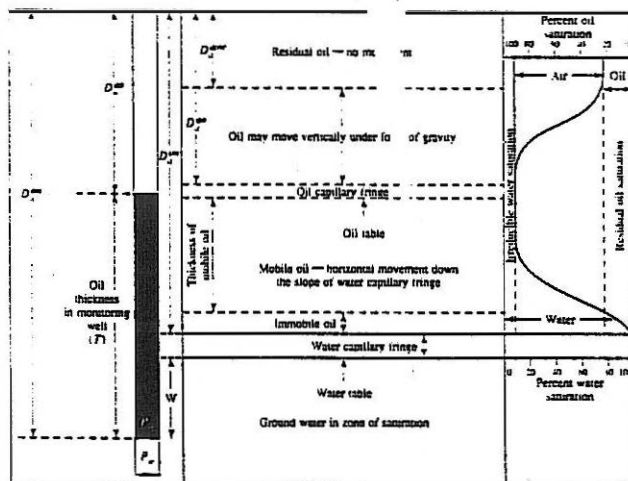
### 9.1.2 DNAPL's

DNAPL's hebben een grotere dichtheid dan water (oa. De meeste PAK). Na een lek migreren zij verticaal in de onverzadigde zone onder invloed van de graviteit. De DNAPL's migreren vooral doorheen de grotere holten die aanvankelijk met lucht zijn gevuld (een waterfilm zit rond de bodemdeeltjes); zij verdringen de lucht. Eenmaal de capillaire zone bereikt moet de DNAPL's het water verdringen om verder neerwaarts te kunnen migreren; deze neerwaartse



migratie loopt verder door onder de watertafel tot de basis van de watervoerende laag (een slecht- tot zeer slecht-doorlatend horizon) waar een zinklaag ontstaat. Een staal van de zinklaag zal enkel DNAPL's bevatten; ter hoogte van de zinklaag bevat het grondreservoir naast DNAL ook water maar dit is niet beschikbaar (het water kan niet onttrokken worden aan de matrix). Boven de zinklaag bevindt zich een laag waar DNAPL's en grondwater samen voorkomen boven de residuele concentratie; een staal van deze zone zal een mengsel van water (oa. met opgeloste DNAPL's componenten) en DNAPL's bevatten. Boven deze laag bevindt zich eventueel de laag met grondwater en DNAPL; deze laatste in residuele concentratie. Een staal uit deze zone zal enkel water bevatten. De DNAPL's concentratie in een monster is bijgevolg sterk afhankelijk van de staalnamediepte. Doordat de DNAPL's oplosbaar zijn in water, zij het veelal in zeer geringe mate, zullen deze stoffen eveneens in meerdere of mindere mate aangetroffen worden in het grondwaterstaal.

De zinklagen kunnen migreren en accumuleren in de laagste delen van het reservoir afhankelijk van de aanwezige hoeveelheid DNAPL's, van het grondwaterstromingspatroon (migratie kan tegengesteld aan de stromingsgradiënt zijn) en van de morfologie van de top van de slecht- tot zeer slecht-doorlatende laag die verdere verticale beweging afremt of verhindert.



Figuur 9.3 vergelijking tussen de dikte van een drijflaag in het grondwaterreservoir en de dikte in de peilbuis



## 9.2 Beschikbare informatie

De aard en de uitbreiding van de grondwaterverontreiniging op en rondom het bedrijfsterrein werd nagegaan door verschillende onderzoekscampagnes.

Tussen 1991 en 1993 werd het grondwater uit de diepe en ondiepe peilputten SB1, SB2 en SB3 enkele malen geanalyseerd door de n.v. VtT op PAK's (6 PAK's van Borneff), benzeen en fenol. De resultaten van de analyse vindt men in bijlage 9.1.

In februari en juli 1994 werd het grondwater uit een aantal peilbuizen bemonsterd door het LTGH en door de NV VtT geanalyseerd op PAK's, fenolen, benzeen, pH en COD. De resultaten van deze analyses vindt men in tabel 9.2. Het grondwater in SBF1 werd regelmatig bemonsterd door personeel van de n.v. VtT tijdens continue pumping op de put en gedurende de 5 dagen na het pompen; de waterstalen werden geanalyseerd op PAK. De analyseresultaten zijn opgenomen in bijlage 9.2.

Op 14 juli 1994 werden verzegelde grondwaterstalen genomen door het Bestuur Milieu Inspectie (BMI) uit de boorputten SB1, SB3 en SB8. De analyse ervan gebeurde door Environmental Services EURECO. Het onderzoek van de grondwaterstalen betrof hoofdzakelijk zware metalen, fenolen, EOX, aardalkalimetalen, cyaniden en PAK's. De resultaten van dit onderzoek zijn aangegeven in bijlage 9.3. Het staal van SB8 betreft de ondiepe filter (F2); voor SB1 en SB3 is het niet zeker of dit eveneens het geval is alhoewel de analyseresultaten daarop wijzen.

In het bestek van onderhavige studie werden uit bijna alle peilputten nieuwe grondwaterstalen genomen die door SGS Ecocare werden geanalyseerd op vluchtige aromatische koolwaterstoffen (benzeen, toluen, xyleen, styreen, en ethylbenzeen), op fenolen en op PAK's (zelfde parameters als de bodemstalen). De resultaten van dit onderzoek werden overgemaakt in het analyserapport LD-291792.01.B01 van 16 januari 1996 en in het analyserapport LD-291792.02.B01 van 19 januari 1996. De rapporten zijn in bijlage opgenomen (bijlage 9.4 en 9.5).



### 9.2.1 Onderzoeksresultaten n.v. VtT van 1991-1993.

In het bestek van het oriënterend onderzoek van het LTGH op het bedrijfsterrein van de n.v. VtT te Zelzate (TGO 91/13 juni 1991) werden in 1991 op drie plaatsen telkens 2 peilputten geboord (SB1, SB2 en SB3) respectievelijk in de diepe (F1-putten) en in de ondiepe watervoerende laag (F2-putten). In 1991, 1992 en 1993 werden een aantal grondwaterstalen genomen en geanalyseerd op de aanwezigheid van benzeen, fenol en PAK's (6 van Borneff). De resultaten van dit onderzoek zijn in tabel 9.4 samengebracht. De waarden in het rood overschrijden de saneringsnorm van het VLAREBO, deze in het magenta de maximaal toelaatbare concentratie volgens VLAREM II.

De resultaten van deze eerste studie wijzen op de verontreiniging van het grondwaterreservoir door koolwaterstofverbindingen (zowel KZ1 als KZ2) ter hoogte van het bedrijfsterrein. De verontreiniging werd, gezien de mogelijke diversiteit van de koolwaterstofverbindingen, gekarakteriseerd aan de hand van de hoeveelheid PAK, benzeen en fenolen opgelost in het grondwater. Uit de analyses blijkt een duidelijke verontreiniging ter hoogte van SB2 en dit in beide watervoerende lagen. Ter hoogte van SB1 en van SB3 werden eveneens verhoogde waarden gemeten doch in mindere mate. Uit deze eerste studie blijkt het grondwater van zowel KZ2 als KZ1 verontreinigd te zijn; in de KZ1 worden over het algemeen hogere waarden gemeten dan in de KZ2. Gezien het beperkt aantal meetpunten mag dit niet veralgemeend worden.

In de zes putten werden fluoranteen- en benzo(a)pyreen concentraties gemeten die hoger zijn dan de saneringsnorm volgens het VLAREBO. In SB2F1 en SB2F2 wordt de saneringsnorm overschreden voor bijna alle genormeerde PAK's.

In de grondwaterstalen afkomstig van SB2F1 en SB3F2 werden fenolgehalten (fenolgetal-fenolindex) gemeten die boven de maximaal toelaatbare concentratie (0,5 µg/l) liggen volgens VLAREM II.

Tussen de verschillende monsternamen is er een merkbaar verschil in verontreinigingsgraad. Ten opzichte van de recente gegevens (1995) vertonen de stalen van SB3 eerder hoge waarden.

Tabel 9.4 grondwateranalysen onderzoek LTGH 1991 (TGO91/13)

|  | SN *  | SB1F1 |       |       | SB1F2 |       | SB2F1  | SB2F2 |       | SB3F1 |       |         | SB3F2 |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
|  |       | 05/91 | 11/92 | 02/93 | 05/91 | 11/92 | 05/91  | 05/91 | 11/92 | 05/91 | 11/92 | 02/93   | 05/91 | 11/92 | 02/93 |
| benzeen $\mu\text{g/l}$                | 10    | 2     | <1    |       | <1    | <1    | 1      | <1    | 1     | 3     | <1    | 6 (xyl) | <1    | <1    | <1    |
| fenol $\mu\text{g/l}$                  | 0,5** | <1    | <1    |       | <1    | <1    | <1     | 7     | 5     | <1    | 7     | <1      | <1    | <1    | <1    |
| fluoranteen $\mu\text{g/l}$            | 0,5   | 0,51  | 0,49  | 0,81  | 1,26  | 1,7   | 229,8  | 16,18 | 15,88 | 0,53  | 2,32  | 2,12    | 1,37  | 0,5   | n.a.  |
| benzo(b)fluoranteen $\mu\text{g/l}$    | 0,5   | 0,02  | 0,07  | 0,29  | 0,12  | 0,12  | 3,12   | 1,89  | 0     | 0,03  | n.a.  | 1,15    | 0,09  | 0     | n.a.  |
| benzo(k)fluoranteen $\mu\text{g/l}$    | 0,5   | 0,06  | 0,23  | 0,34  | 0,34  | 0,31  | 7,86   | 5,31  | 0,53  | 0,08  | n.a.  | 2,15    | 0,25  | 0     | n.a.  |
| benzo(a)pyreen $\mu\text{g/l}$         | 0,05  | 0,05  | 0,45  | 0,08  | 0,23  | 0     | 6,97   | 4,32  | 0,24  | 0,04  | n.a.  | 2,88    | 0,2   | 0     | n.a.  |
| benzo(ghi)peryleen $\mu\text{g/l}$     | 0,2   | 0     | 0     | 0     | 0,34  | 0     | 5,06   | 5,54  | 0     | 0,1   | n.a.  | 0,59    | 0,09  | 0     | n.a.  |
| indeno(1,2,3-cd)pyreen $\mu\text{g/l}$ | 0,05  | n.a.  | n.a.  | n.a.  | n.a.  | n.a.  | n.a.   | n.a.  | n.a.  | n.a.  | n.a.  | n.a.    | n.a.  | n.a.  | n.a.  |
| totaal 6 Borneff $\mu\text{g/l}$       |       | 0,64  | 1,24  | 1,52  | 2,29  | 2,13  | 252,85 | 33,24 | 16,65 | 0,78  | 2,32  | 8,89    | 2     | 0,5   | n.a.  |

\* SN: saneringsnorm volgens het VLAREBO

\*\* max. toelaatbare conc. Volgens VLAREM II

n.a.: niet bepaald





### 9.2.2 Onderzoeksresultaten n.v. Vft van 1994

In het bestek van de vorige onderzoeksfase (TGO 93/38) werden in februari 1994 grondwaterstalen genomen uit de toen nieuw geplaatste peilputten door het LTGH. Hiervoor werden, enige dagen voor de staalname, alle peilbuizen door middel van een centrifugaalpomp schoongepompt. Direct voorafgaand aan de staalname werd het water uit de peilbuizen opgepompt totdat de parameters geleidbaarheid, temperatuur en pH constant bleven. De eigenlijke staalname gebeurde met behulp van wegwerp dompelpompjes om kruisbesmetting (contaminatie tussen de diverse peilbuizen) te voorkomen. De waterstalen werden overgemaakt aan de n.v. Vft voor analyse. De analyseresultaten waren niet beschikbaar voor de toenmalige rapportage (TGO 93/38 - verslag april 1994). Tabel 9.5 geeft de analyseresultaten van het onderzoek uitgevoerd in het bestek van de studie van 1993 (TGO93/38).

Een aantal van de grondwaterstalen werd onderzocht op de aanwezigheid PAK's (de 6 PAK's van Borneff: fluoranteen, benzo(b)fluoranteen, benzo(k)fluoranteen, benzo(a)pyreen, benzo(ghi)peryleen en indeno(1,2,3-c,d)pyreen). Tabel 9.2 geeft de resultaten van dit onderzoek weer. De waarden in het rood overschrijden de saneringsnorm van het VLAREBO.

De grondwaterstalen van februari 1994 uit de putten SB13F2 en SB8F2 waren dermate verontreinigd (het monster bevatte vrije olie) dat zij niet werden onderzocht. De grondwaterstalen van februari 1994 uit de putten SB5F1, SB11F2 en SB13F1 werden niet geanalyseerd.

Het grondwater uit de putten SB5F1 en SB8F2 werd op een later tijdstip opnieuw bemonsterd (door Vft) en geanalyseerd (door Vft).

Op SB5F1 werd gedurende 5 dagen continu gepompt waarbij om de 24 uur een grondwaterstaal werd genomen en geanalyseerd op de 6 PAK's van Borneff. De resultaten van dit onderzoek vindt men in tabel 9.6.

Tabel 9.6 PAK's in het grondwater van SB5F1 na 0, 24, 48, 72 en 96 uur pompen.

| PAK                 | saneringsnorm<br>VLAREBO | 11/07/94    | 12/07/94     | 13/07/94    | 14/07/94    | 15/07/94    |
|---------------------|--------------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| fluoranteen         | 0,5                      | 19,67       | 6,89         | 2,29        | 3,51        | 0,25        |
| benzo(b)fluoranteen | 0,5                      | 2,17        | 1,12         | 0,09        | 0,21        | 0,02        |
| benzo(k)fluoranteen | 0,5                      | 1,82        | 1,13         | 0,31        | 0,57        | 0,31        |
| benzo(a)pyreen      | 0,05                     | 1,69        | 0,78         | 0,23        | 0,22        | 0,32        |
| benzo(ghi)peryleen  | 0,2                      | 1,75        | 0,91         | 0,36        | 0,02        | 0,00        |
| <b>totaal</b>       |                          | <b>27,1</b> | <b>10,83</b> | <b>3,28</b> | <b>4,53</b> | <b>0,90</b> |

alle waarden zijn uitgedrukt in µg/l



Uit SB12F2 , SB1F1, SB1F2, SB2F1, SB2F2, SB3F1, SB3F3 werd geen grondwaterstaal genomen; deze behoorden niet tot de nieuw geplaatste peilputten.

Uit de analysegegevens blijkt dat verhoogde PAK-waarden worden gemeten in de meeste grondwaterstalen. De PAK-verontreiniging is gering voor de stalen afkomstig van de putten SB6F2, SB7F1, SB9F1, SB10F1 en SB10F2; hier worden zeer lage, zij het meetbare, PAK-concentraties gedetecteerd. In de stalen afkomstig van de putten SB5F1, SB5F2, SB7F2, SB8F2, SB12F1 en SB13F2 is er voor een aantal PAK's een overschrijding van de VLAREBO saneringsnorm (tot meer dan honderd maal normoverschrijding).

De analyses tonen aan dat het grondwater van beide watervoerende lagen verontreinigd is door PAK; op diverse plaatsen in het bedrijfsterrein is de VLAREBO saneringsnorm overschreden. Buiten het bedrijfsterrein is de VLAREBO saneringsnorm in de ondiepe watervoerende laag (KZ2) ter hoogte van de vijver (peilbuis SB9F2) overschreden voor fluoranteen en voor benzo(a)pyreen. In de diepe watervoerende laag (KZ1) is de saneringsnorm overschreden ten oosten van de vijver (peilbuis SB10F1) voor benzo(a)pyreen.

Tabel 9.5 Analyseresultaten studie LTGH 1993 (TGO93/38) - PAK's in het grondwater.

|   | saneringnorm<br>VLAREBO | SB4<br>F2 | SB5<br>F1 | SB5<br>F2 | SB6<br>F2 | SB7<br>F1 | SB7<br>F2 | SB8<br>F2     | SB9<br>F1 | SB9<br>F2 | SB10<br>F1 | SB10<br>F2 | SB12<br>F1 | SB13<br>F2    | SB14<br>F2 |
|---|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|---------------|------------|
| grondwaterstalen februari 1994 (staalname door LTGH, analyse door VFI)                          |                         |           |           |           |           |           |           |               |           |           |            |            |            |               |            |
| fluoranteen   | 0,5                     | 1,71      |           | 16,20     | n.a.      | 0,04      | 6,17      | vrije<br>olie | 0,33      | 6,25      | 0,14       | 0,08       | 18,65      | vrije<br>olie | 1,11       |
| benzo(b)fluoranteen   | 0,5                     | 0,09      |           | 0,47      | n.a.      | 0,00      | 0,11      |               | 0,00      | 0,00      | 0,00       | 0,00       | 0,00       |               | 0,11       |
| benzo(k)fluoranteen   | 0,5                     | 0,15      |           | 1,70      | n.a.      | 0,00      | 0,90      |               | 0,00      | 0,35      | 0,01       | 0,00       | 0,00       |               | 0,27       |
| benzo(a)pyreen  | 0,05                    | 0,16      |           | 1,99      | n.a.      | 0,02      | 0,71      |               | 0,00      | 0,15      | 0,07       | 0,00       | 0,00       |               | 0,23       |
| benzo(ghi)peryleen  | 0,2                     | 0,00      |           | 0,30      | n.a.      | 0,00      | 0,03      |               | 0,00      | 0,00      | 0,00       | 0,00       | 0,00       |               | 0,03       |
| indeno(1,2,3-cd)pyreen  | 0,05                    | n.a.      |           | n.a.      | n.a.      | n.a.      | n.a.      |               | n.a.      | n.a.      | n.a.       | n.a.       | n.a.       |               | n.a.       |
| totaal  |                         | 2,11      |           | 20,66     | n.a.      | 0,06      | 7,92      |               | 0,33      | 6,75      | 0,22       | 0,08       | 18,65      |               | 1,75       |
| grondwaterstalen juli (SB5, SB7 en SB12) en november (SB8) 1994 (staalname en analyse door VFI) |                         |           |           |           |           |           |           |               |           |           |            |            |            |               |            |
| fluoranteen   | 0,5                     |           | 50,76     |           |           | 0,18      | 10,25     | 4,77          |           |           |            |            | 44,53      |               |            |
| benzo(b)fluoranteen   | 0,5                     |           | 0,72      |           |           | 0,02      | 1,00      | n.a.          |           |           |            |            | 0,03       |               |            |
| benzo(k)fluoranteen   | 0,5                     |           | 2,62      |           |           | 0,13      | 1,36      | n.a.          |           |           |            |            | 0,85       |               |            |
| benzo(a)pyreen  | 0,05                    |           | 2,97      |           |           | 0,02      | 1,44      | n.a.          |           |           |            |            | 0,72       |               |            |
| benzo(ghi)peryleen  | 0,2                     |           | 0,65      |           |           | 0,04      | 0,75      | n.a.          |           |           |            |            | 0,61       |               |            |
| indeno(1,2,3-cd)pyreen  | 0,05                    |           |           |           |           | n.a.      | n.a.      | N.a.          |           |           |            |            | n.a.       |               |            |
| totaal  |                         |           | 57,72     |           |           | 0,39      | 14,80     | 4,77          |           |           |            |            | 46,74      |               |            |

alle waarden zijn uitgedrukt in µg/l



### 9.2.3 Analyseresultaten grondwateronderzoek BMI 1994

In opdracht van het Bestuur Milieu Inspectie werden verzegelde grondwaterstalen genomen uit de boorputten SB1, SB3 en SB8. Deze werden geanalyseerd door het analysebureau EURECO Environmetal services.

De waterstalen werden onderzocht op:

- cyaniden
- EOX
- fenolen
- chroom, cadmium, kwik, lood, koper, zilver, nikkel, zink, arseen
- natrium, kalium, calcium, magnesium
- TOC
- PAK's (16 PAK's cfr. Bodemstalen SGS)

de resultaten van dit onderzoek vindt men in bijlage 9.3.

Ter hoogte van SB8 wijzen de analyses op een verhoogde fenolconcentratie; voor SB1 en SB3 werd geen fenolverontreiniging vastgesteld. Het staal van SB8 bevat tevens een licht verhoogd arseengehalte (0,038 mg/l) ten opzichte van de overige stalen. Met uitzondering van de PAK's werden geen abnormaal verhoogde waarden gemeten.

Het totaal gehalte aan cyaniden ligt voor de drie monsternamplaatsen onder de maximaal toelaatbare concentratie (50 µg/l) in het grondwater volgens VLAREM II.

De gehalten aan chroom, cadmium, kwik, lood, koper, zilver, nikkel, arseen en zink in het grondwater van de drie peilputten liggen onder de maximaal toelaatbare concentratie volgens VLAREM II.

De gehalten aan chroom, cadmium, kwik, lood, koper, zilver, nikkel en zink in het grondwater van de drie peilputten liggen onder de VLAREBO saneringsnorm. Het gehalte aan arseen van SB8F2 ligt boven de VLAREBO saneringsnorm, het arseengehalte in de overige watermonsters ligt eronder.

Het gehalte aan PAK's in het grondwater werd voor elk monster 5 maal bepaald. Tabellen 9.7, 9.8 en 9.9 geven de resultaten van deze bepalingen weer voor respectievelijk SB1, SB3 en SB8. De waarden in het rood overschrijven de VLAREBO saneringsnorm.

De som van de PAK's in het grondwater wijst op een duidelijke PAK's verontreiniging ter hoogte van SB8 en een geringe PAK's verontreiniging ter hoogte van respectievelijk SB1 en SB3.

In het grondwaterstaal van SB8F2 werden voor alle 16 PAK's verhoogde waarden gemeten;





indeno(1,2,3-cd)pyreen, benzo(a)pyreen, benzo(b)fluoranteen, chryseen, benzo(a)antracene, fluoranteen en fenantreen liggen één tot meerdere malen boven de saneringsnorm. Het totaal gehalte aan PAK's varieert van 11,86 tot 57,70 µg/l.

In het grondwaterstaal van SB1 werd de saneringsnorm (twee maal op vijf) overschreden door fluoranteen. Er werd een licht verhoogde waarde vastgesteld voor naftaleen, acenaftaleen, acenaftyleen, fluoreen, fenantreen, antracene, benzo(b)fluoranteen en pyreen. Het totaal gehalte aan PAK's varieert van 7,05 tot 8,22 µg/l.

In het grondwaterstaal van SB3 werd de saneringsnorm (één maal op vijf) overschreden door benzo(a)antracene. Er werd een licht verhoogde waarde vastgesteld voor fenantreen, antracene, fluoranteen en pyreen. Het totaal gehalte aan PAK's varieert van 0,76 tot 1,87 µg/l.



Tabel 9.7 PAK's in het grondwater van SB1 - onderzoek BMI 1994.

| PAK                    | saneringsnorm<br>VLAREBO | bep. 1 | bep. 2 | bep. 3 | bep. 4 | bep. 5 |
|------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| naftaleen              | 120                      | 1,8    | 1,9    | 1,1    | 12,7   | 0,7    |
| acenaftyleen           |                          | 2      | 3      | 2,7    | 4,2    | 3,9    |
| acenaftéen             |                          | 2,1    | 1,4    | 1,3    | 0,8    | 0,4    |
| fluoreen               |                          | 0,17   | <0,05  | <0,05  | 0,17   | 0,12   |
| fenantreen             | 0,5                      | 0,20   | 0,25   | 0,40   | 0,23   | 0,27   |
| antraceen              |                          | 0,03   | 0,04   | 0,12   | 0,05   | <0,02  |
| fluoranteen            | 0,5                      | 0,19   | 0,19   | 0,73   | 0,34   | 0,57   |
| pyreen                 |                          | 0,49   | 0,40   | 1      | 0,70   | 0,67   |
| benzo(a)antraceen      | 0,5                      | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | 0,19   |
| chryseen               | 1                        | 0,03   | 0,05   | <0,02  | <0,02  | <0,02  |
| benzo(b)fluoranteen    | 0,5                      | 0,04   | 0,03   | 0,07   | 0,03   | 0,14   |
| benzo(k)fluoranteen    | 0,5                      | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | 0,06   |
| benzo(a)pyreen         | 0,05                     | <0,01  | 0,01   | <0,01  | <0,01  | 0,15   |
| dibenzo(ghi)antraceen  |                          | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | 0,02   |
| benzo(ghi)peryleen     | 0,2                      | <0,02  | <0,02  | 0,05   | <0,02  | 0,03   |
| indeno(1,2,3-cd)pyreen | 0,05                     | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  |
| totaal 16 PAK's        |                          | 7,05   | 7,27   | 7,47   | 8,22   | 7,22   |

alle waarden zijn uitgedrukt in µg/l

Tabel 9.8 PAK's in het grondwater van SB3 - onderzoek BMI 1994.

| PAK                    | saneringsnorm<br>VLAREBO | bep. 1 | bep. 2 | bep. 3 | bep. 4 | bep. 5 |
|------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| naftaleen              | 120                      | <0,2   | <0,2   | <0,2   | <0,2   | <0,2   |
| acenaftyleen           |                          | <0,2   | <0,2   | <0,2   | <0,2   | <0,2   |
| acenaftéen             |                          | <0,2   | <0,2   | <0,2   | <0,2   | <0,2   |
| fluoreen               |                          | <0,05  | <0,05  | <0,05  | <0,05  | 0,16   |
| fenantreen             | 0,5                      | 0,10   | 0,08   | 0,17   | 0,23   | 0,05   |
| antraceen              |                          | 0,02   | 0,03   | <0,02  | 0,02   | 0,02   |
| fluoranteen            | 0,5                      | 0,07   | 0,15   | 0,12   | 0,12   | 0,17   |
| pyreen                 |                          | 0,30   | 0,30   | 0,52   | 0,86   | 0,30   |
| benzo(a)antraceen      | 0,5                      | 0,25   | 0,79   | 0,31   | 0,39   | 0,06   |
| chryseen               | 1                        | <0,02  | 0,26   | 0,16   | 0,20   | <0,02  |
| benzo(b)fluoranteen    | 0,5                      | 0,02   | 0,07   | 0,05   | <0,02  | <0,02  |
| benzo(k)fluoranteen    | 0,5                      | <0,01  | 0,07   | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| benzo(a)pyreen         | 0,05                     | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| dibenzo(ghi)antraceen  |                          | <0,02  | 0,03   | <0,02  | 0,05   | <0,02  |
| benzo(ghi)peryleen     | 0,2                      | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  |
| indeno(1,2,3-cd)pyreen | 0,05                     | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  |
| totaal 16 PAK's        |                          | 0,76   | 1,78   | 1,33   | 1,87   | 0,76   |

alle waarden zijn uitgedrukt in µg/l



Tabel 9.9 PAK's in het grondwater van SB8 - onderzoek BMI 1994.

| PAK                    | saneringsnorm<br>VLAREBO | bep. 1 | bep. 2 | bep. 3 | bep. 4 | bep. 5 |
|------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| naftaleen              | 120                      | 2,5    | 4,7    | 4,7    | 3,7    | 3,9    |
| acenaftyleen           |                          | 3,0    | 2,7    | 3,5    | 1,7    | 3,4    |
| acenaftien             |                          | 6,9    | 1,3    | 6,4    | 4,3    | 3,0    |
| fluoreen               |                          | <0,05  | <0,05  | 0,68   | 8,4    | 0,35   |
| fenantreen             | 0,5                      | 7,1    | 9,3    | 13,8   | 13,3   | 0,32   |
| antraceen              |                          | 0,12   | 0,07   | <0,02  | 0,06   | 0,03   |
| fluoranteen            | 0,5                      | 1,89   | 6,40   | 9,30   | 1,56   | 0,16   |
| pyreen                 |                          | 3,17   | 7,99   | 8,12   | 3,70   | 0,60   |
| benzo(a)antraceen      | 0,5                      | 5,00   | 7,08   | 8,25   | 0,64   | 0,10   |
| chryseen               | 1                        | 0,16   | 2,10   | 0,18   | 0,19   | <0,02  |
| benzo(b)fluoranteen    | 0,5                      | 0,19   | 1,25   | 2,09   | 0,11   | <0,02  |
| benzo(k)fluoranteen    | 0,5                      | 0,07   | 0,08   | <0,01  | 0,04   | <0,01  |
| benzo(a)pyreen         | 0,05                     | 0,22   | 0,14   | 0,06   | 0,16   | <0,01  |
| dibenzo(ghi)antraceen  |                          | <0,02  | 0,62   | 0,09   | <0,02  | <0,02  |
| benzo(ghi)peryleen     | 0,2                      | 0,09   | 0,07   | <1,2   | <0,02  | <0,02  |
| indeno(1,2,3-cd)pyreen | 0,05                     | 0,24   | 0,17   | <5,5   | <0,02  | <0,02  |
| totaal 16 PAK's        |                          | 30,65  | 43,97  | 57,70  | 37,86  | 11,86  |

alle waarden zijn uitgedrukt in µg/l



## 9.2.4 Grondwateronderzoek LTGH 1996

### 9.2.4.1 Analyseresultaten

In het bestek van deze studie werden uit bijna alle peilputten nieuwe grondwaterstalen genomen door SGS Ecocare voor analyse op vluchtige aromatische koolwaterstoffen (benzeen, toluen, xyleen, styreen, en ethylbenzeen), fenolen en 16 PAK. Het analyse pakket omvat bijna dezelfde parameters als de bodemstalen (D-putten) en moet toelaten een beeld te geven van de verontreiniging van beide watervoerende lagen (KZ1 en KZ2). De resultaten van dit onderzoek werden overgemaakt in het analyserapport LD-291792.01.B01 van 16 januari 1996 en in het analyserapport LD-291792.02.B01 van 19 januari 1996. Beide rapporten zijn in bijlage 9.4 en 9.5 opgenomen.

Onderstaande tabel synthetiseert de grondwaterstaalname.

Tabel 9.10 Peilputten waaruit een waterstaal werd genomen voor onderzoek op BTEX(S) en PAK.

| serie  | geanalyseerde putten                                       | ontbrekende putten         |
|--------|--|----------------------------|
| D      | 1, 2, 3, 5, 7, 8, 10-22, <b>26</b>                         | <b>4, 6, 9, 23, 24, 25</b> |
| SB..F1 | 1, 3, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 16, 18                          | <b>2, 15, 17</b>           |
| SB..F2 | 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21 | <b>5, 12</b>               |

*Cursies+vet: olielaag (drijf- of zinklaag) geanalyseerd*

In de peilbuizen D6, D9, D23, D24, D25, D26, SB5F2 en SB17F1 werden oliehoudende producten waargenomen. Uit SB12F2, SB2F1 en D9 kon geen staal genomen worden omdat in de peilbuis een prop (vermoedelijk polymerisatie van oa. indenen en cumenen bij blootstelling aan lucht) voorkwam ter hoogte van het koolwaterstof-lucht grensvlak. Op het ogenblik van de staalname was SB15F1 bedekt door een tank zodat er geen staal kon uit genomen worden. Uit de putten D9, D23, D24, D25 en SB17F1 werd de drijf- of zinklaag bemonsterd in plaats van het grondwater. In de put D26 werden zowel de zinklaag als het grondwater bemonsterd.

Onderstaande tabellen geven de analyseresultaten voor de parameters die werden onderzocht en vermeld zijn in het VLAREBO. Tabel 9.11 geeft de fenolverontreiniging (fenolindex) in mg/l weer, tabellen 9.9 en 9.10 de BTEX(S) en PAK's verontreiniging van de D- en SB-putten. Bijlage 9.4 en 9.5 geeft een afdruck van de analyseverslagen waarbij alle onderzochte parameters (= parameters vermeld in tabellen 9.8, 9.9 en 9.10 + acenafteen, acenaftyleen, fluoreen, antraceen, pyreen en dibenzo(a,h)antraceen) worden opgegeven.





Tabel 9.11 Fenolverontreiniging van het grondwater - onderzoek LTGH 1995.

| put | fenolen<br>(index)<br>in mg/l | put    | fenolen<br>(index)<br>in mg/l | put    | fenolen<br>(index)<br>in mg/l |
|-----|-------------------------------|--------|-------------------------------|--------|-------------------------------|
| D1  | <                             | SB1F1  | <                             | SB1F2  | <                             |
| D2  | 0,25                          | SB3F1  | <                             | SB2F2  | 0,23                          |
| D3  | <                             | SB5F1  | 2100                          | SB3F2  | <                             |
| D5  | <                             | SB7F1  | 21                            | SB4F2  | <                             |
| D7  | 0,1                           | SB9F1  | 3,1                           | SB6F2  | <                             |
| D8  | 0,83                          | SB10F1 | <                             | SB7F2  | <                             |
| D10 | <                             | SB12F1 | 9,7                           | SB8F2  | 0,35                          |
| D11 | 2,8                           | SB13F1 | 3,6                           | SB9F2  | <                             |
| D12 | 0,07                          | SB16F1 | <                             | SB10F2 | <                             |
| D13 | 0,06                          | SB18F1 | 160                           | SB11F2 | <                             |
| D14 | <                             |        |                               | SB13F2 | 190                           |
| D15 | 10                            |        |                               | SB14F2 | 0,62                          |
| D16 | <                             |        |                               | SB17F2 | 0,11                          |
| D17 | <                             |        |                               | SB18F2 | 19                            |
| D18 | 1,3                           |        |                               | SB19F2 | <                             |
| D19 | <                             |        |                               | SB20F2 | <                             |
| D20 | <                             |        |                               | SB21F2 | <                             |
| D21 | <                             |        |                               |        |                               |
| D22 | 0,08                          |        |                               |        |                               |
| D26 | 1,8                           |        |                               |        |                               |

&lt;: &lt;0,05 mg/l

**Tabel 9.12** Grondwateranalysen D-putten, onderzoek LTGH 1995 - VLAREBO-parameters.

[illegible]

<: Benzeen, toluen, ethylbenzeen, styreen = <0,5      <: xyleen = < 1,5      <: Pak's = < 0,1

[illegible]

**Tabel 9.13** Grondwateranalyses SB-putten, onde zoek LTGH 1995 - VLAREBO-parameters.

[illegible]

alle meetwaarden zijn uitgedrukt in µg/l;      <: Benzeen, toluen, ethylbenzeen, styreen = <0,5      <: xyleen = < 1,5      <: Pak' s = < 0,1

[illegible]

T bel 9.13bis Grondwateranalysen SB-putten, onde zoek LTGH 1995 - VLAREBO-parameters.

| parameter              | achtergrondwaarde(AW)<br>en saneringsnorm (SN) |      | SB16 | SB17  | SB18   |        | SB19 | SB20 | SB21 |
|------------------------|--|------|------|-------|--------|--------|------|------|------|
|                        | AW   | SN   | F1   | F2    | F1     | F2     | F2   | F2   | F2   |
| benzeen                | 0,2  | 10   | <    | 16000 | 5800   | 9800   | <    | <    | <    |
| tolueen                | 0,2  | 700  | <    | 470   | 1800   | 480    | <    | <    | <    |
| ethylbenzeen           | 0,2  | 300  | <    | 1300  | 440    | 170    | <    | <    | <    |
| xyleen                 | 0,2  | 500  | <    | 1600  | 1900   | 470    | <    | <    | <    |
| styreen                | 0,2  | 20   | <    | <10   | 130    | <25    | <    | <    | <    |
| naftaleen              | 0,005  | 120  | <    | 570,0 | 4900,0 | 3500,0 | 0,6  | 2,7  | 40,0 |
| benzo(a)pyreen         | 0,005  | 0,05 | <    | <     | 0,9    | 0,3    | 0,3  | <    | <    |
| fenantreen             | 0,005  | 0,5  | 0,3  | 25,0  | 170,0  | 95,0   | 0,2  | 0,8  | 1,0  |
| fluor nteen            | 0,005  | 0,5  | <    | 3,8   | 34,0   | 17,0   | <    | <    | <    |
| benzo(a)antraceen      | 0,005  | 0,5  | <    | <     | 2,6    | 0,9    | 0,2  | <    | 0,1  |
| chryseen               | 0,005  | 1    | <    | <     | 2,7    | 0,7    | 0,3  | <    | 0,1  |
| benzo(b)fluoranteen    | 0,005  | 0,5  | <    | <     | 0,9    | 0,4    | 0,3  | <    | <    |
| benzo(k)fluoranteen    | 0,005  | 0,5  | <    | <     | 0,5    | 0,2    | 0,1  | <    | <    |
| benzo(ghi)peryleen     | 0,005  | 0,2  | <    | <     | <      | <      | 0,2  | <    | <    |
| indeno(1.2.3-cd)pyreen | 0,005  | 0,05 | <    | <     | <      | <      | <    | <    | <    |

alle meetwaarden zijn uitgedrukt in µg/l;

<: Benzeen, tolueen, ethylbenzeen, styreen = <0,5

<: xyleen = < 1,5

<: Pak' s= < 0,1





#### 9.2.4.2 Verontreiniging in KZ1

##### *Fenol verontreiniging*

Ter hoogte van de SB-putten 5, 7, 9, 12, 13 en 18 wordt een verhoogde concentratie van fenolen waargenomen; in de SB-putten 1, 3, 10 en 16 blijft het fenolgetal onder de detectielimiet (0,05 mg/l).

De KZ1 watervoerende laag is meetbaar verontreinigd door fenolen. De plaatsen waar een gehalte aan fenolen boven de detectielimiet werd waargenomen zijn in het rood aangeduid op figuur 9.4; de plaatsen waar de fenolindex lager is dan de detectielimiet zijn in het groen aangeduid. De fenolverontreiniging komt voor op een relatief belangrijk deel van het bedrijfsterrein en is ook detecteerbaar ten oosten van de visvijver. Verder oostwaarts, ter hoogte van SB10, wordt geen fenolverontreiniging gedetecteerd. De ergste verontreiniging werd vastgesteld ter hoogte van SB5 (2100 mg/l), SB18 (160 mg/l) en SB7 (21 mg/l). In het noorden (omgeving SB3 en SB16) en in het zuiden (omgeving SB1) van het bedrijfsterrein wordt geen fenolverontreiniging gemeten.

##### *BTEX(S) verontreiniging*

Figuur 9.5 illustreert de BTEX(S) verontreiniging in de watervoerende laag. Voor de verschillende parameters, respectievelijk benzeen, ethylbenzeen, toluen, xyleen en styreen, geeft de figuur de meetwaarden en werden iso-concentratielijnen getekend. Het gering aantal meetpunten maakt dat deze laatste eerder indicatief dienen beschouwd te worden; belangrijk hierbij is vooral het ontbreken van analysegegevens van SB17F1 (zinklaag bemonsterd i.p.v. grondwater) en SB2F1 (prop in peilbuis). De isohypsen in het rood stellen de respectievelijke saneringsnormen volgens het VLAREBO weer.

Bijna alle grondwaterstalen vertonen verhoogde concentraties.

Voor benzeen is de saneringsnorm overschreden in een groot deel van het bedrijfsterrein en waarschijnlijk voor een relatief belangrijke zone ten oosten van de visvijver rekening houdend met het feit dat er maar op één boring kan gesteund worden.

Voor ethylbenzeen is de saneringsnorm overschreden ter hoogte van SB5, SB7, SB12, SB13 en SB18; dit is in het centrale deel van het bedrijfsterrein en in de zone naar de vijver.

Voor toluen is de saneringsnorm overschreden ter hoogte van SB18; dit is tussen het bedrijfsterrein en de visvijver.

Voor styreen zijn verhoogde waarden gemeten, meestal boven de saneringsnorm, in het centrum van het bedrijfsterrein en in de zone tussen het bedrijfsterrein en de visvijver. Verder oostwaarts naar de bebouwingen en polders (SB9, SB10) en in het noorden (SB3, SB16) en

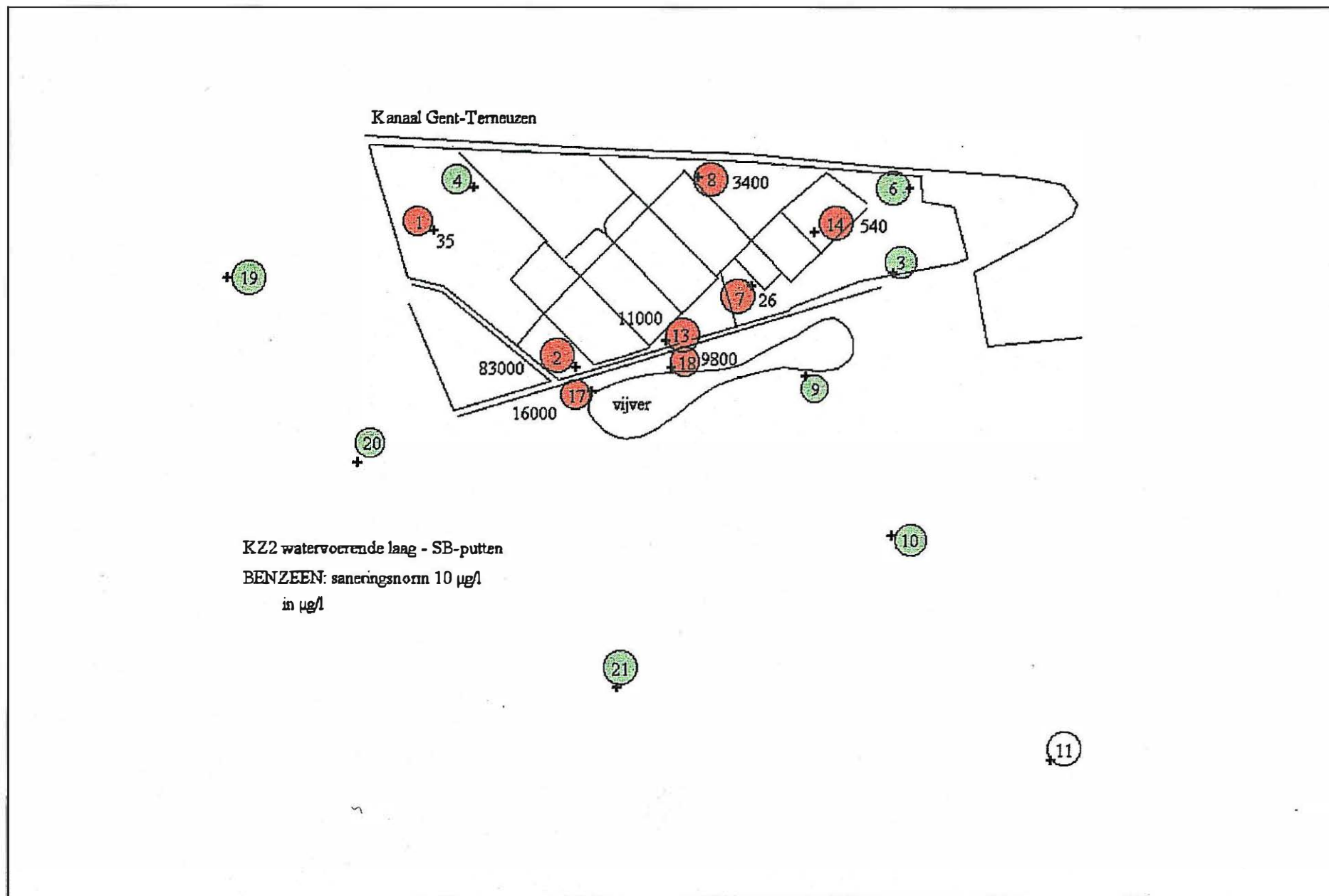


zuiden (SB1) van het bedrijfsterrein blijft de styreenconcentratie onder de detectielimiet.

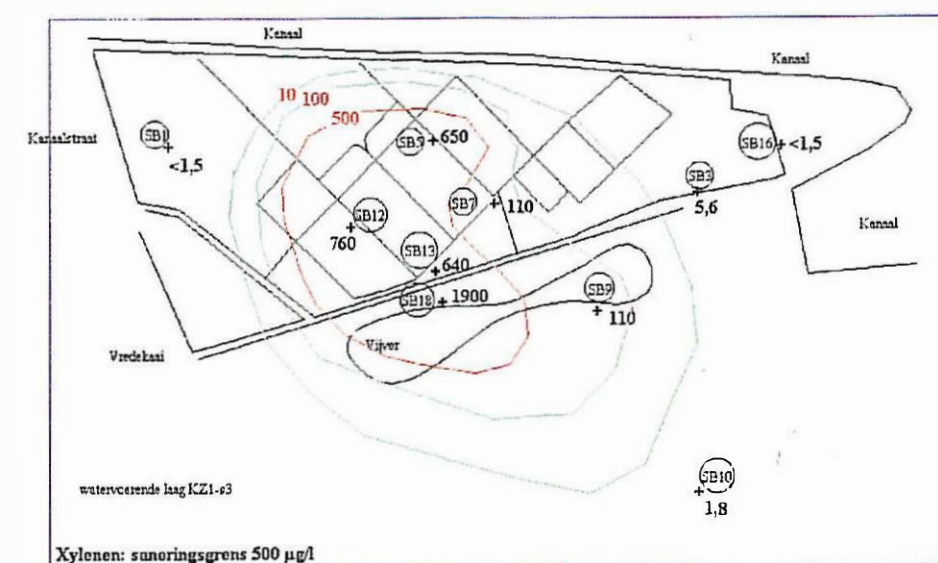
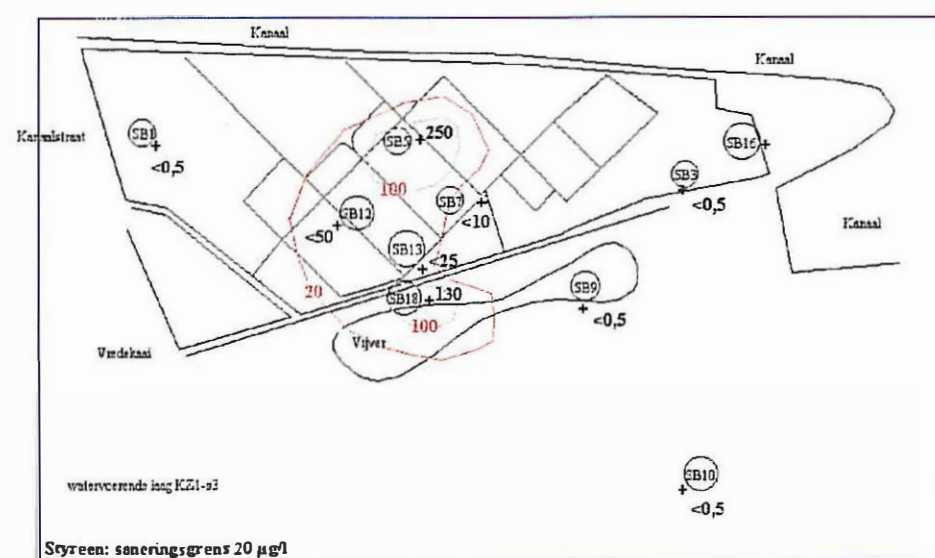
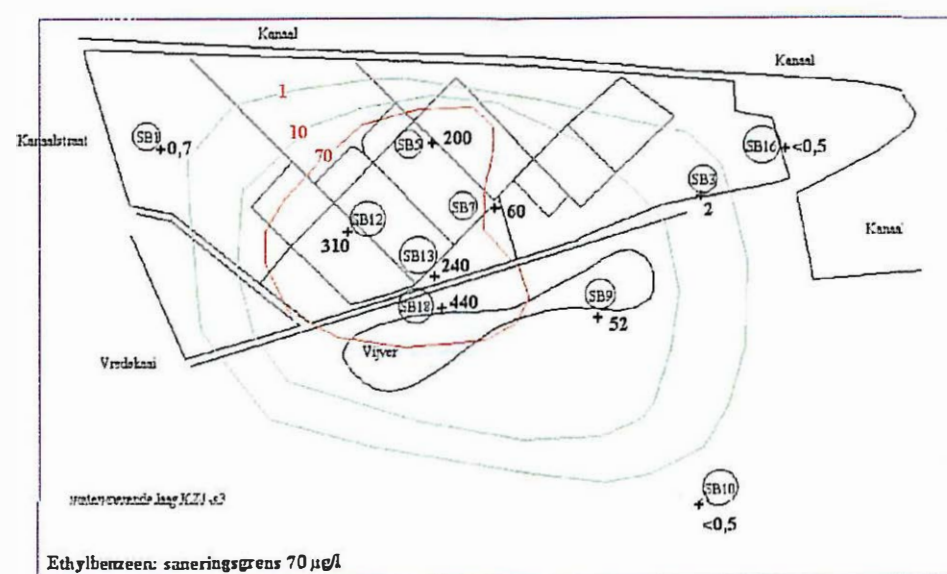
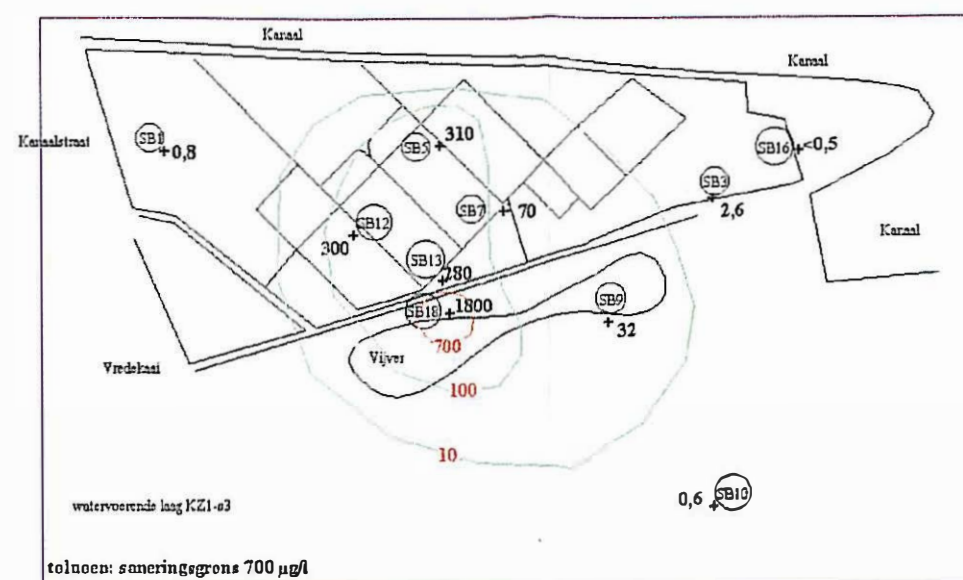
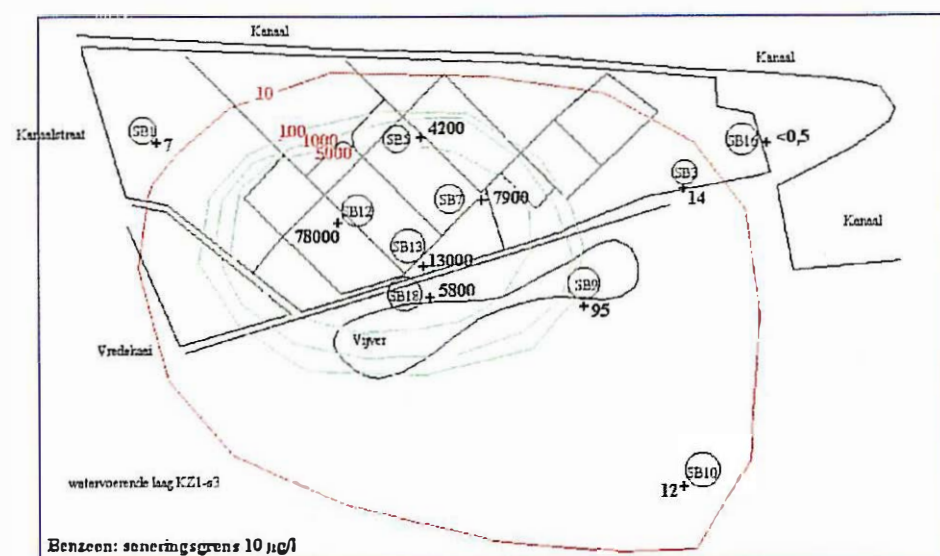
Voor de xylenen vindt men verhoogde waarden in het centrum van het bedrijfsterrein en naar de vijver en bebouwde zone toe; in het noorden en zuiden van het bedrijfsterrein blijft de concentratie onder de detectielimiet. De saneringsnorm is overschreden in een relatief belangrijke zone ten westen van SB9.

In volgorde van hoogst waargenomen concentratie heeft men benzeen, xylenen, tolueen, ethylbenzeen en styreen; hierbij speelt naast de aanvankelijke verontreiniging de oplosbaarheid een belangrijke rol. De hoogst gemeten concentratie in de KZ1 bedraagt voor benzeen 78000 µg/l, voor xylenen 1900 µg/l, voor tolueen 1800 µg/l, voor ethylbenzeen 440 µg/l en voor styreen 250 µg/l. SB12, SB13, SB7, SB18 en SB5 vertonen de hoogste waarden gevolgd door SB9.

De watervoerende laag is verontreinigd door BTEX(S). De verontreinigingszone heeft zich over een relatief belangrijke oppervlakte uitgebreid. Een precieze afbakening van de verontreinigingszone is onmogelijk gezien het beperkt aantal puntgegevens. De ergste verontreiniging is gemeten op het bedrijfsterrein en in de buurt van de visvijver (SB18). De verontreiniging situeert zich vooral ter hoogte van het bedrijfsterrein en in noord-noordoostelijke richting. Ter hoogte van SB10, worden voor benzeen, tolueen en xyleen concentraties gemeten boven de detectielimiet (tot boven de saneringsnorm voor benzeen).



Figuur 9.9 Benzeen (in µg/l) in het grondwater van de ondiepe watervoerende laag (SB-putten)



Figuur 9.5 Benzeen, ethylbenzeen, toluen, styreen en xyleenconcentratie in het grondwaterreservoir van de diepe waterverende laag.





### ***PAK's verontreiniging***

Een derde groep van kenmerkende parameters voor de aflijning van de grondwaterverontreiniging betreft de PAK; de grondwaterstalen werden onderzocht op 12 PAK's (cfr. bodemstalen). Voor de belangrijkste PAK's werden de analysewaarden op figuur aangeduid (Figuren 9.6, 9.7 en 9.8). De meetplaatsen waar de saneringsnorm is overschreden zijn in het rood aangeduid; de overige meetplaatsen zijn in het groen aangeduid.

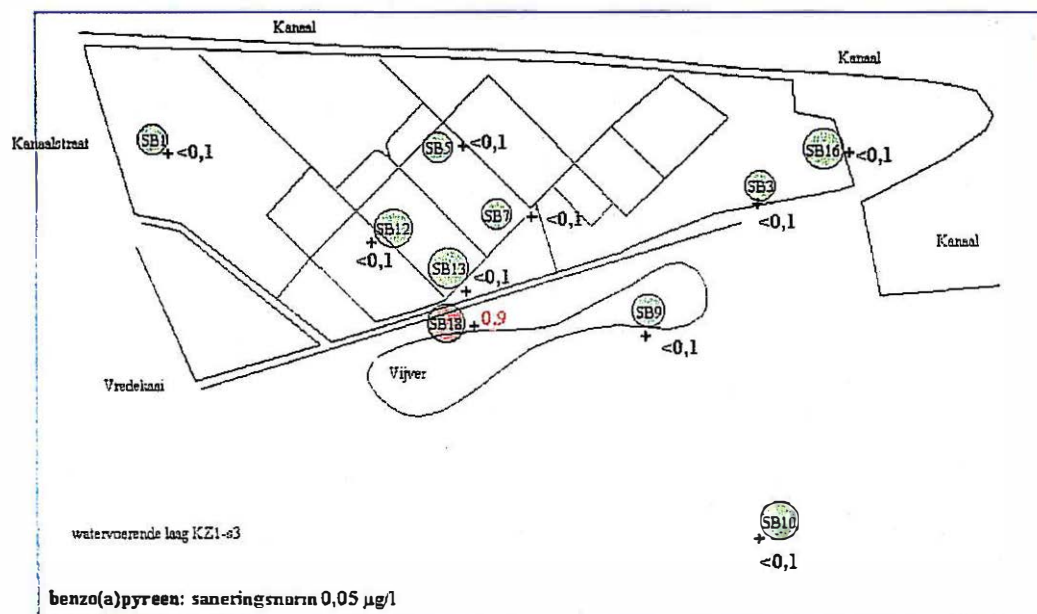
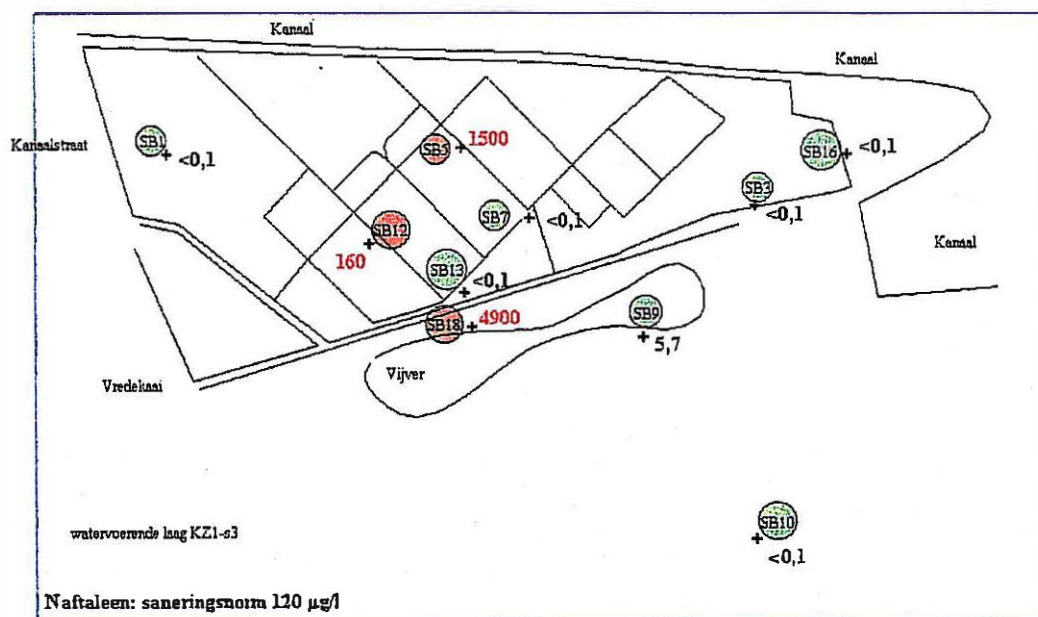
In tegenstelling tot de BTEX(S) (oplosbaarheid varieert van 1770 mg/l voor benzeen tot 150 mg/l voor ethylbenzeen) zijn de PAK's weinig tot zeer weinig oplosbaar. De oplosbaarheid van de 12 onderzochte PAK's varieert van 31,7 mg/l voor naftaleen tot 0,00055 mg/l voor benzo(k)fluoranteen; de oplosbaarheid van de meeste PAK's is kleiner dan 1 mg/l.

De verontreiniging door PAK's is het grootst net ten westen van de vijver: in SB18F1 worden de hoogste concentraties gemeten. Daarnaast werden vooral in SB5 en in SB12 duidelijk verhoogde PAK-concentraties gemeten.

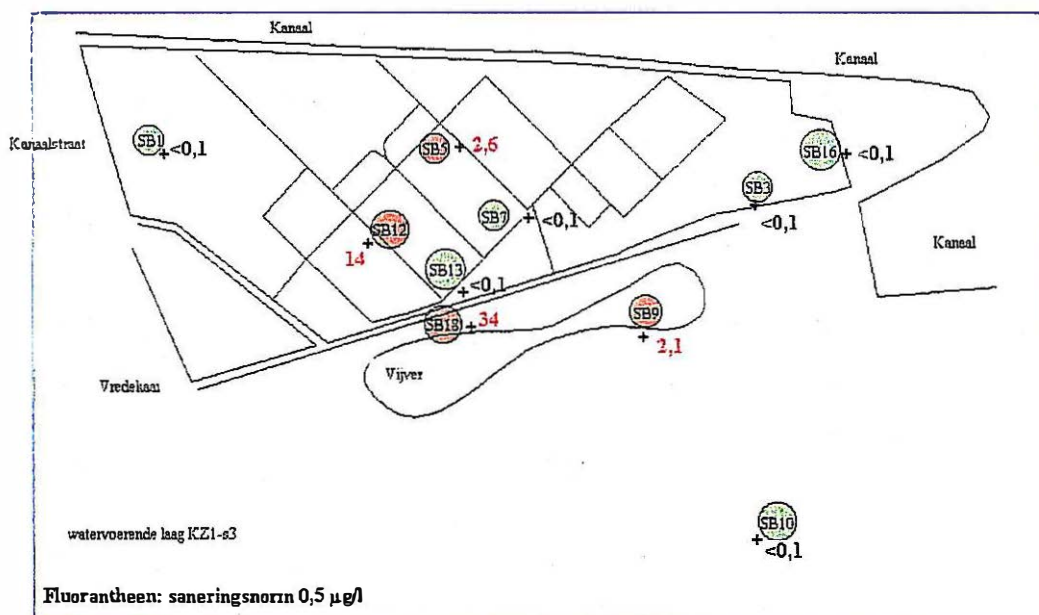
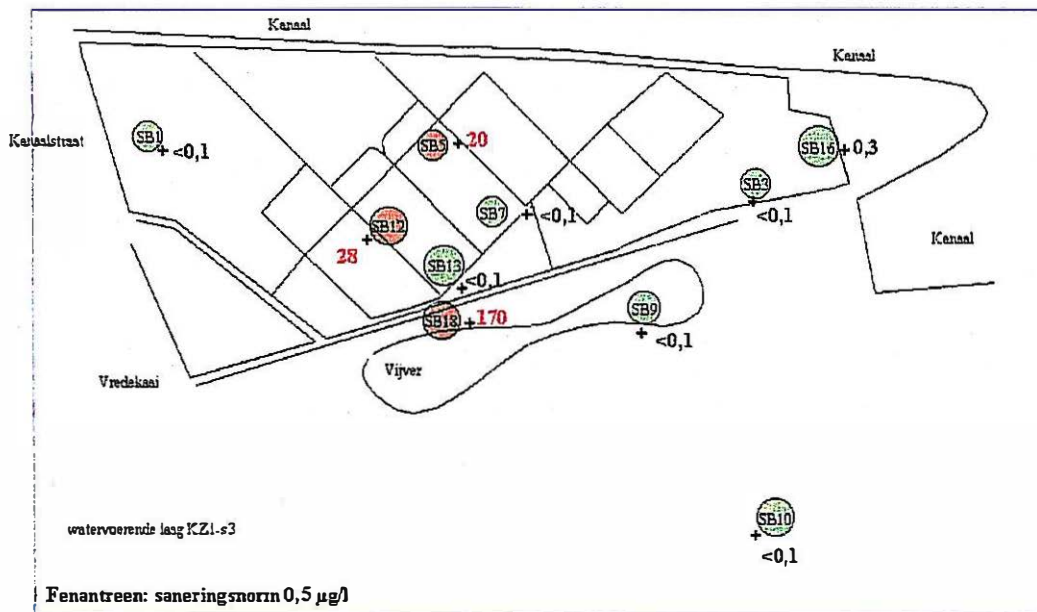
De saneringsnorm is overschreden voor bijna alle PAK's opgenomen in het VLAREBO ter hoogte van SB18; in SB5 en in SB12 overschrijden naftaleen, fenantreen en fluoranteen de saneringsnorm. In SB9 overschrijdt enkel fluoranteen de saneringsnorm. In de grondwaterstalen van SB1, SB3, SB7, SB10, SB13 en SB16 werden geen verhoogde PAK's waarden teruggevonden (meetwaarde < 0,1 µg/l).

Uit SB2F1, SB15F1 en SB17F1 werden geen grondwaterstalen genomen; op deze plaatsen ontbreekt informatie omtrent de opgeloste hoeveelheden PAK's in het grondwater. Uit SB17F1 werd een zinklaag bemonsterd met sterk verhoogde PAK-concentraties; hieruit kan men afleiden dat het diepe grondwaterreservoir ter hoogte van SB17 eveneens sterk verontreinigd zal zijn door PAK. De verontreiniging ter hoogte van SB17 zal vermoedelijk groter zijn dan in de overige meetplaatsen daar enkel in SB17 een zinklaag werd vastgesteld.

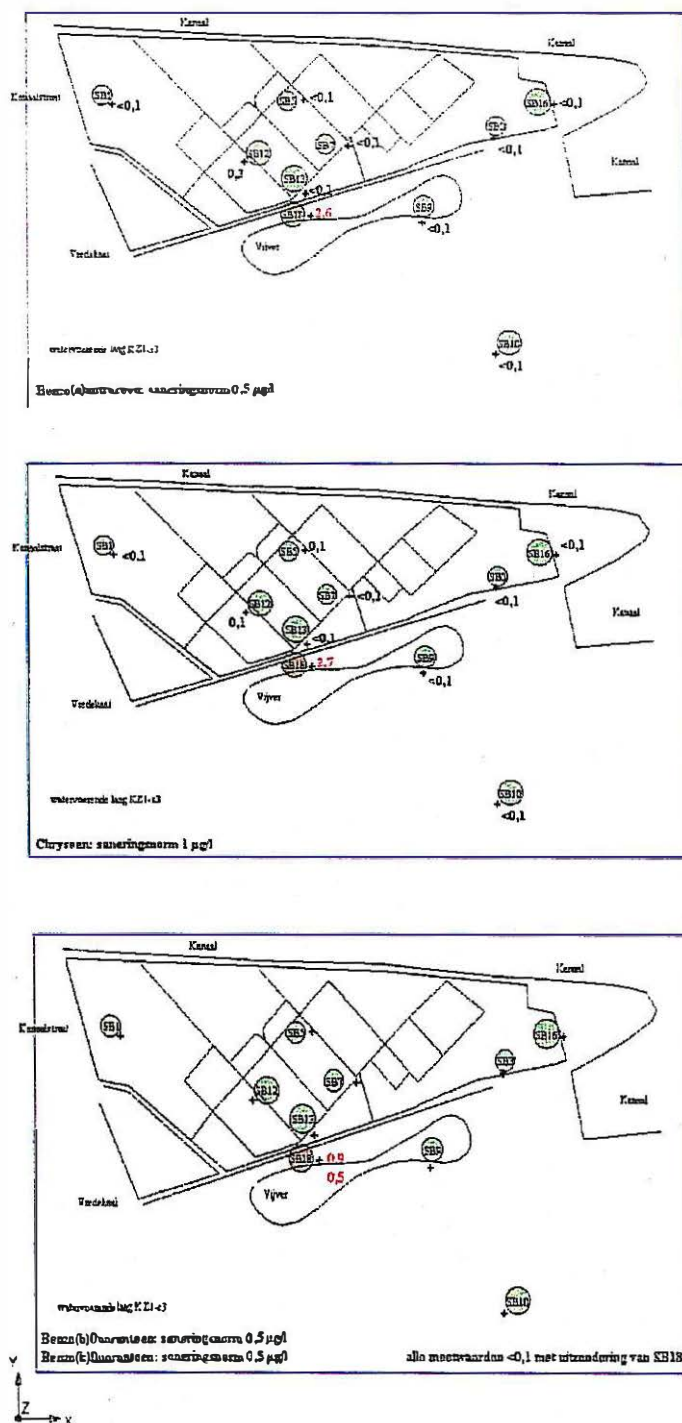
De verontreiniging van het diepe grondwaterreservoir (KZ1- en S3-laag) door PAK's situeert zich op basis van de beschikbare gegevens in het centrum van het bedrijfsterrein en tussen het bedrijfsterrein en de visvijver (vooral ter hoogte van SB17 en SB18).



Figuur 9.6 naftaleen en benzo(a)pyreen in het grondwater van de diepe watervoerende laag



Figuur 9.7 Fenantreen en fluoranteen in het grondwater van de diepe watervoerende laag.



Figuur 9.8 benzo(a)antracene, chryseen, benzo(b)fluoranteen en benzo(k)fluoranteen in het grondwater van de diepe watervoerende laag.





### 9.2.4.3 Grondwaterverontreiniging in KZ2 en aangevulde gronden

De kwaliteitsgegevens van het grondwater van de ondiepe watervoerende laag (KZ2-laag en aangevulde gronden) zijn afgeleid uit de analyses van grondwaterstalen uit enerzijds de SB..F2 putten met een filter aan de basis van de ondiepe watervoerende laag en anderzijds uit de D-putten (alle D-putten met uitzondering van D4, D6-prop, D9-prop, D22-D25) met een filter in de bovenste drie tot zes meter van het freatisch reservoir. Men kan stellen dat de F2-putten informatie geven omtrent de kwaliteit van de onderste zone van de KZ2 terwijl de D-putten eerder informatie geven omtrent de kwaliteit van de top van het freatisch reservoir.

#### *Fenolverontreiniging*

Ter hoogte van de SB-putten 2, 8, 13, 14, 17 en 18 en in de D-putten 2, 7, 8, 11, 12, 13, 15, 18, 22 en 26 wordt een verhoogde concentratie aan fenolen waargenomen; in de SB-putten 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 19, 20 en 21 blijft het fenolgetal onder de detectielimiet van 0,05 mg/l.

De KZ2 watervoerende laag is verontreinigd door fenolen; deze verontreiniging heeft zich over een deel van het bedrijfsterrein uitgebreid. Buiten het bedrijfsterrein meet men een verhoogde concentratie aan fenolen tussen de Vredekaai en de visvijver. In de putten ten oosten van de visvijver (SB9 en SB10) en in de ondiepe putten in het centrum van Zelzate (SB19, SB20 en SB21) blijven de waarnemingen onder de detectielimiet van 0,05 mg/l. In vergelijking met de diepe watervoerende laag worden meestal lagere concentraties gemeten. Dit is het geval voor SB5 (2,8 mg/l in KZ2 t.o.v. 2100 mg/l in KZ1), SB7 (<0,05 mg/l in KZ2 t.o.v. 21 mg/l in KZ1), SB9 (<0,05 mg/l in KZ2 t.o.v. 3,1 mg/l in KZ1) en SB18 (19 mg/l in KZ2 t.o.v. 160 mg/l in KZ1); enkel ter hoogte van SB13 wordt een hogere waarde gemeten (190 mg/l in KZ2 t.o.v. 3,1 mg/l in KZ1).

De grootste fenolverontreiniging in de ondiepe watervoerende laag is vastgesteld ter hoogte van SB13 (190 mg/l) en SB18 (19 mg/l). In het noorden (omgeving SB3, SB6, D19, D20 en D21) en in het zuiden (omgeving SB1, SB4, D1, D3 en D5) van het bedrijfsterrein wordt geen fenolverontreiniging gemeten.

#### *BTEX(S)-verontreiniging*

##### F2-putten

Uit de grondwateranalyses van de ondiepe, SB..F2, putten blijkt een BTEX(S) verontreiniging voor te komen ter hoogte van SB 1, SB2, SB7, SB8, SB12, SB13, SB14, SB17 en SB18; vooral ter hoogte van SB2, SB8, SB13, SB17 en SB18 is de BTEX(S) verontreiniging belangrijk. Voor de putten SB3, SB4, SB6, SB9, SB10, SB11, SB19, SB20 en SB21 blijven de meetwaarden onder de detectielimiet (1,5 µg/l voor xyleen, 0,5 µg/l voor de overige). Het water uit de ondiepe put van SB5 en SB12 werd niet geanalyseerd. Figuur 9.9 geeft een beeld van de BTX-verontreiniging aan de hand van het gehalte aan benzeen in het grondwater (BTEX(S) met de grootste oplosbaarheid). De plaatsen waar de saneringsnorm overschreden is zijn in het rood aangeduid op de figuur.



- de saneringsnorm voor benzeen is overschreden in SB1, SB2, SB7, SB8, SB13, SB14, SB17 en SB18;
- de saneringsnorm voor toluen en voor ethylbenzeen is overschreden in SB2, in SB13, in SB17 en in SB18;
- de saneringsnorm voor xyleen is overschreden in SB2, in SB13 en in SB17;
- voor styreen is de saneringsnorm overschreden in SB2 en vermoedelijk ook in SB13 en in SB18.

#### D-putten

In D1, D10, D16, D17, D19, D20 en D21 werden geen verhoogde concentraties vastgesteld; dit was wel het geval voor D2, D3, D5, D7, D8, D11, D12, D13, D14, D15, D18 en D26. De VLAREBO saneringsnormen zijn op talrijke plaatsen overschreden.

D8, D15, D18 en D26 zijn het sterkst verontreinigd; de saneringsnormen voor benzeen, toluen, xyleen en styreen zijn er in belangrijke mate overschreden. De saneringsnorm voor ethylbenzeen is overschreden in D8 en D26. Voor benzeen is de saneringsnorm daarenboven overschreden in D2, D3, D7, D11, D13 en D14 en voor xyleen in D11. Veelal worden hogere waarden gemeten in de D-putten dan in de SB..F2-putten.

#### Algemeen

De ondiepe watervoerende laag is op talrijke plaatsen verontreinigd door opgeloste BTEX(S). De grootste verontreiniging komt voor binnen het bedrijfsterrein. Naar het zuiden toe, richting centrum Zelzate, wordt geen BTEX(S)-verontreiniging vastgesteld (SB19, SB20 en SB21). Uit de wateranalyses van SB9, SB10 en SB11 blijkt dat de BTEX(S)-verontreiniging in noord-noordoostelijke richting beperkt blijft tot de visvijver. SB9 heeft enkel een lichte verhoging voor styreen terwijl de overige parameters onder de detectielimiet blijven; ter hoogte van SB10 blijven alle BTEX(S) parameters onder de detectielimiet. Het grondwater van de zone tussen het bedrijfsterrein en de visvijver is duidelijk verontreinigd door BTEX(S). Dit blijkt oa. uit de analyseresultaten van SB17F2 en SB18F2; beide putten vertonen sterk verhoogde waarden niettegenstaande de aanwezigheid van de oude kaaimuur. Als oostelijk uitbreidingsgrens van de BTEX(S) verontreiniging kan men de visvijver aannemen.

De grootste verontreiniging door benzeen is waargenomen in:

D18 (D-putten) en SB2 (SB-putten)

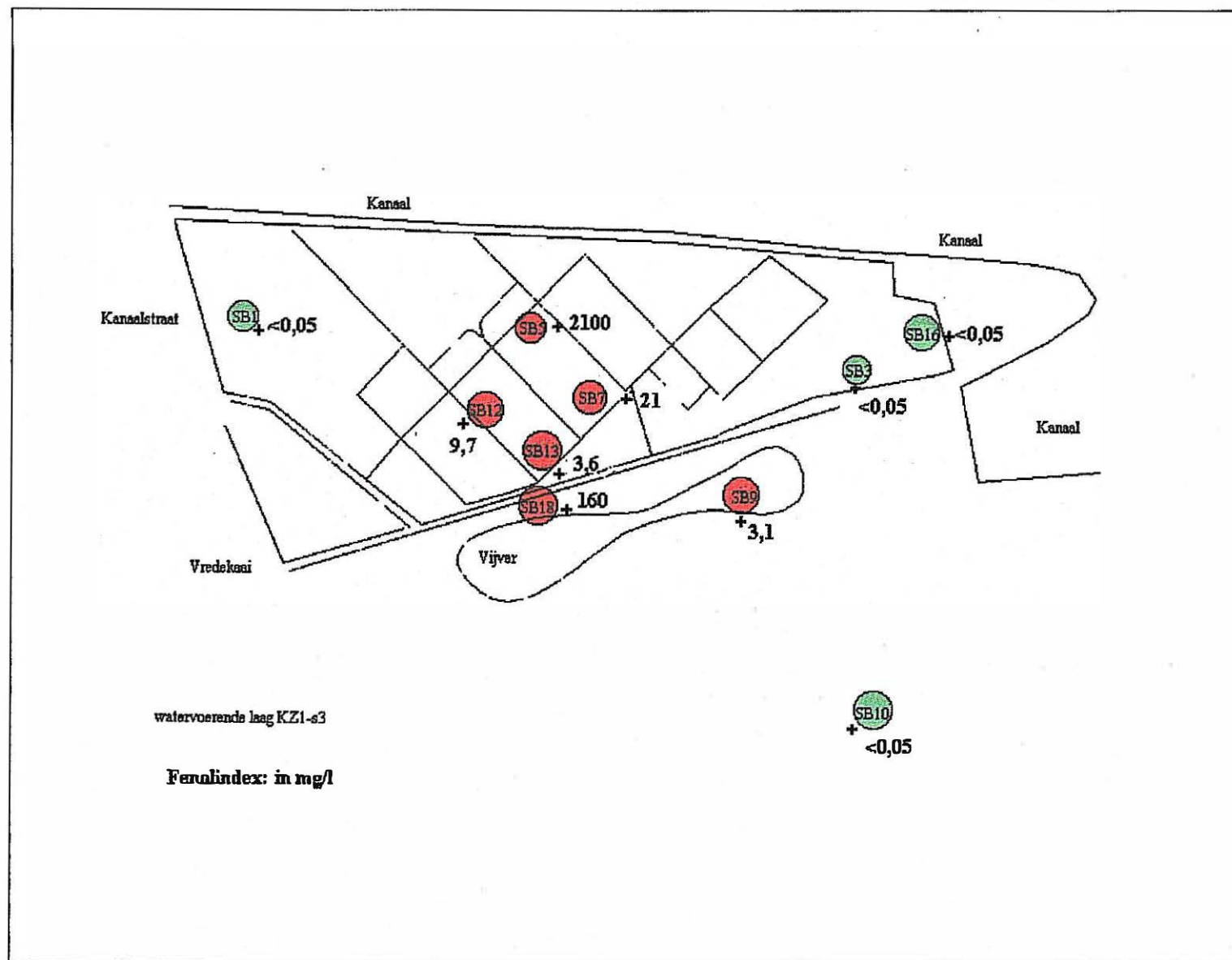
De grootste verontreiniging door toluen is waargenomen in:

D15 (D-putten) en SB2 (SB-putten)

De grootste verontreiniging door ethylbenzeen, xyleen en styreen is waargenomen in:

D8 (D-putten) en SB2 (SB-putten)

Hierbij is voor de D-putten geen rekening gehouden met de drijfslagzone (dit is oa. het geval in D6, D9, D23, D24, D25); men kan ervan uitgaan dat het grondwater op deze plaatsen het meest verontreinigd zal zijn door BTEX(S).



Figuur 9.4 Fenolconcentratie (in mg/l) in het grondwater van de diepe watervoerende laag (rood: > detectielimiet)



### **PAK-verontreiniging**

#### SB-putten

Het grondwater van SB2F2, SB3F2, SB6F2, SB7F2, SB8F2, SB9F2, SB10F2 en SB11F2 is niet merkbaar verontreinigd door PAK; de concentraties aan PAK's in deze grondwaterstalen blijven meestal onder de detectielimiet van 0,1 µg/l. Een licht verhoogde PAK-concentratie in het grondwater is vastgesteld ter hoogte van SB1F2, SB4F2, SB9 F2, SB13F2, SB14F2, SB19F2, SB20F2 en SB21F2. Een belangrijke PAK verontreiniging, met een duidelijke overschrijding van de saneringsnorm door meerdere PAK's, is vastgesteld ter hoogte van SB18F2, SB17F2 en SB13F2.

De verhoogde waarden ter hoogte van SB19F2, SB20F2 en SB21F2 kunnen op basis van de beschikbare informatie (oa. bodemstalen, grondwateranalyses, grondwaterstroming) niet verklaard worden; ze kunnen ofwel toegeschreven worden aan kruiscontaminatie bij de staalname door SGS ofwel zijn zij toe te schrijven aan een andere verontreinigingsbron dan het bedrijfsterrein van de n.v. VtT te Zelzate.

De VLAREBO saneringsnorm is overschreden ter hoogte van:

SB1 voor fluoranteen

SB13 voor fenantreen, fluoranteen, benzo(b)fluoranteen en benzo(k)fluoranteen

SB14 voor fenantreen

SB17 voor naftaleen, fenantreen en fluoranteen

SB18 voor naftaleen, benzo(a)pyreen, fenantreen, fluoranteen, benzo(a)antracene en chryseen

SB19 voor benzo(a)pyreen

SB20 voor fenantreen

SB21 voor fenantreen

De verontreiniging van de ondiepe watervoerende laag door PAK's is beperkt; mede door de kleine oplosbaarheid van deze stoffen. Slechts op drie plaatsen binnen het bedrijfsterrein wordt de saneringsnorm voor één of meerdere PAK's overschreden. De sterkste verontreiniging is waargenomen ten zuiden van de bedrijfsingang, tussen SB13 en de visijver.

#### D-putten

De grondwaterstalen van de D-putten zijn enigszins meer verontreinigd dan die van de SB..F2-putten. In D3, D8, D10, D19, D20 en D21 blijft de PAK's concentratie onder de detectielimiet voor alle VLAREBO genormeerde PAK. In de overige bemonsterde D-putten is een geringe tot sterke PAK's verontreiniging waargenomen.

De verontreinigingsgraad en de PAK's hiervoor verantwoordelijk verschillen van plaats tot plaats. Het grondwater van D2, D17 en D11 zijn het meest verontreinigd. In D2 en D17 is de saneringsnorm door 7 van de 10 PAK's opgenomen in het VLAREBO overschreden. De verontreiniging is anders voor D2 en D17; D2 wordt oa. gekenmerkt door een sterk verhoogde





naftaleenconcentratie; dit is niet het geval voor D17. D11 is vooral sterk verontreinigd door naftaleen (normoverschrijding ca. 40 maal), fenantreen (normoverschrijding ca. 95 maal) en fluorantreen (normoverschrijding ca. 12 maal).

De saneringsnorm is overschreden ter hoogte van:

- D1 door fluorantreen;
- D2 door naftaleen, benzo(a)pyreen, fenantreen, fluorantreen, benzo(a)antracene, chryseen, benzo(b)fluorantreen en benzo(k)fluorantreen;
- D5 door benzo(a)pyreen, fenantreen en fluorantreen;
- D7 door fluorantreen;
- D11 door naftaleen, fenantreen en fluorantreen;
- D14 door fluorantreen;
- D16 door fluorantreen;
- D17 door benzo(a)pyreen, fenantreen, fluorantreen, benzo(a)antracene, benzo(b)-fluorantreen, benzo(k)fluorantreen, benzo(ghi)peryleen en indeno(1,2,3-cd)pyreen;
- D18 door naftaleen.

Uit de analysesresultaten blijkt dat er geen direct verband bestaat tussen de verontreiniging van de D- en van de SB..F2 putten. In een aantal gevallen is de PAK-concentratie in het grondwaterstaal van de F2-put groter dan in het staal van de D-put; in een aantal andere gevallen vindt men het omgekeerde.

Met uitzondering van een smalle strook tussen het bedrijfsterrein en de visvijver, is geen PAK-verontreiniging van het ondiepe grondwaterreservoir waargenomen tengevolge van de activiteiten op het bedrijfsterrein. Binnen het bedrijfsterrein is er een merkbare PAK-verontreiniging van de ondiepe watervoerende laag.

### **9.3 Synthese grondwaterverontreiniging**

#### **9.3.1 Diepe watervoerende laag (KZ1+s3)**

De analyse van grondwaterstalen afkomstig uit de diepe watervoerende laag wijst op een grondwaterverontreiniging door koolwaterstofverbindingen niettegenstaande de aanwezigheid van een slecht doorlatende laag (laag KL) aan haar bovenzijde. De verontreiniging is gekarakteriseerd a.d.h. van de concentraties aan BTEX(S), PAK's en fenolen. Op diverse plaatsen binnen en buiten het bedrijfsterrein worden de VLAREBO saneringsnormen overschreden. Buiten het bedrijfsterrein is er een duidelijke verontreiniging ter hoogte van SB17 en SB18. Ten oosten van de visvijver worden eveneens verhoogde waarden gemeten; in SB9 wordt de VLAREBO saneringsnorm voor benzeen en fluorantreen overschreden; in SB10 de VLAREBO saneringsnorm voor benzeen. De concentraties die in het grondwater gemeten worden ter hoogte in SB9 en in SB10 bedragen evenwel slechts een fractie van deze waargenomen ter hoogte van het bedrijfsterrein. In de richting van Zelzate (naar het zuiden toe) zijn geen analysegegevens voorhanden. Het grondwaterstromingspatroon wijst er



evenwel op dat in deze richting geen verontreinigingspluim moet verwacht worden.

### **9.3.2 Ondiepe watervoerende laag (KZ2+aangevulde gronden)**

Zoals voor de diepe watervoerende laag geldt dat de ondiepe watervoerende laag verontreinigd is door koolwaterstofverbindingen. De verontreiniging is ernstig op het bedrijfsterrein maar ook in de smalle strook tussen het bedrijfsterrein en de visvijver. In tegenstelling tot de diepe watervoerende laag is er nagenoeg geen grondwaterverontreiniging ten oosten van de visvijver. Deze laatste kan als grens voor de grondwaterverontreiniging beschouwd worden.



## 10 DRIJF- EN ZINKLAGEN

### 10.1 Uitbreiding van de drijf laagzone

In het studiegebied werden 26 peilbuizen (D-putten) ingeplant specifiek voor de detectie van drijfslagen; hiervan liggen er 25 binnen het bedrijfsterrein, put D26 bevindt zich nabij de zuidelijke vijverrand, ten oosten van de oude kaaimuur.

In tegenstelling tot de SB-putten, die werden geconstrueerd voor de bepaling van de grondwaterstand en -kwaliteit, hebben de D-putten en filter over bijna gans hun lengte (filterlengte varieert van 3 tot 6 meter).

Zij werden zodanig geconstrueerd dat de koolwaterstofverbindingen, die voorkomen in de zone boven de grondwatertafel (in de drijf laag- en in de capillaire LNAPL's zone), in de peilbuis terecht kunnen komen waar zij gedetecteerd en bemonsterd kunnen worden. De D-putten werden, rekening houdend met de technische haalbaarheid, zodanig ingeplant dat zij een goed beeld geven omtrent de verspreiding van eventuele drijfslagen, rekening houdend met de technische haalbaarheid. In september 1995 werden de D-putten (D1-D21) voor de eerste maal gecontroleerd op de aanwezigheid van drijfslagen; hierbij werd enkel in D9 en in D6 een drijf laag vastgesteld. In D9 kwam de drijf laag voor vanaf 176,4 cm diepte, in D6 kwam zij voor tussen 95,0 en 98,6 cm diepte (3,6 cm dik). Op basis van deze eerste metingen werden de putten D22 tot D26 ingeplant. In maart en mei 1996 werden alle D-putten opnieuw gecontroleerd op de aanwezigheid van drijfslagen. De D-putten waar toen een olielaag (drijf of zinklaag) werd vastgesteld zijn vermeld in onderstaande tabel.

Tabel 10.1 Waargenomen drijf-/zinklagen (LNAPL's en DNAPL's).

| peilput | maart 1996 |       |       |           |       | mei 1996 |       |       |           |        |
|---------|------------|-------|-------|-----------|-------|----------|-------|-------|-----------|--------|
|         | olielaag   |       |       | waterlaag |       | olielaag |       |       | waterlaag |        |
|         | top        | basis | dikte | top       | basis | top      | basis | dikte | top       | basis  |
| D9      | -0,85      | ?     | ?     | ?         | ?     | -1,06    | ?     | ?     | ?         | ?      |
| D23     | -1,01      | -5,85 | 4,84  | -5,85     | ep    | -1,27    | -2,93 | 1,66  | -2,93     | ep     |
| D24     | -0,83      | -2,47 | 1,64  | -2,47     | ep    | -1,00    | -3,50 | 2,50  | -3,50     | ep     |
| D25     | -1,75      | -2,56 | 0,81  | -2,56     | ep    | -1,95    | -2,94 | 0,99  | -2,94     | ep     |
| D26     | -3,70      | ep    | >0,30 | -1,50     | -3,70 | -        | -     | -     | -1,65     | ep     |
| SB17F1  | -9,00      | ep    | ?     | -1,40     | -9,00 | -10,00   | ep    | ?     | -1,55     | -10,00 |

ep: einde peilbuis - : niet waargenomen

In maart en mei 1996 werden drijfslagen vastgesteld in de putten D9, D23, D24 en D25; in D6 werd geen drijf laag gedetecteerd. In D26 en in SB17F1 werd een zinklaag waargenomen.



De dikte van de drijfslaag in D9 kon niet gemeten worden door een prop in de peilbuis; deze laatste is volgens mondelinge informatie van VfT ontstaan door polymerisering van oa. indeen en cumene ter hoogte van de lucht-LNAPL's kontaktzone in de peilbuis. Proppen van gelijkaardige samenstelling zouden ook voorkomen in de peilbuizen SB2F1 en SB12F2.

Figuur 10.1 geeft de afbakening van de drijfslaag aan de hand van de vaststellingen in de peilbuizen D9, D23, D24, D25 en D6 (voor D6 enkel in september 1995). In de nabijgelegen D-putten D22, D8, D7 en D26 (D26 ligt voorbij de kaaimuur) werden geen drijfslagen waargenomen. Op basis van deze informatie kan men stellen dat de maximale uitbreiding van de drijfslaagzone:

- in noordelijke richting niet verder gaat dan D8;
- in oostelijke richting belemmerd wordt door de aanwezigheid van de oude kaaimuur;
- in zuidelijke richting tot aan D22 en D6 grenst waar respectievelijk geen en een eenmalige, dunne, drijfslaag werden waargenomen;
- naar het westen toe onduidelijk is; de dichtsbijzijnde D-putten liggen hier op ca. 130 m afstand van D9; er werd uitgegaan van een uitbreiding tot 30 à 40 m ten westen van D9.

De oppervlakte van de drijfslaagzone werd geraamd op 7700 m<sup>2</sup>.

## 10.2 Samenstelling

De drijf- en zinklagen in peilbuizen D9, D23, D24, D25, D26 en SB17 werden bemonsterd en geanalyseerd in het bijzijn van dhr. Aerts (SGS-Depauw & Stokoe); de analyses werden uitgevoerd in het laboratorium van VfT n.v. te Zelzate. De resultaten ervan zitten vervat in het Analyserapport "AT 296964.1A/609826" van 21 maart 1996. Uit de vaststellingen tijdens de staalname en de dichtheidsbepaling van de stalen blijkt dat de olielagen in D26 en SB17 geen drijfslagen zijn maar onderaan de peilput voorkomen (zinklagen).

De belangrijkste analysegegevens van het rapport werden overgenomen in de volgende tabel.

Tabel 10.2 % aandeel van de diverse componenten in de oliestalen (drijf- of zinklaag)

| parameter<br>in gewichts % | D9    | D23   | D24   | D25   | D26   | SB17  |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| niet aromaten              | 1,08  | 2,18  | 1,47  | 1,09  | 0,85  | <0,10 |
| benzeen (B)                | 4,17  | 6,70  | 11,59 | 12,17 | 2,16  | 0,10  |
| tolueen (T)                | 14,54 | 8,70  | 23,45 | 24,38 | 3,09  | <0,10 |
| ethylbenzeen (E)           | 1,80  | 1,33  | 1,61  | 1,59  | 0,68  | <0,10 |
| xylenen (X)                | 39,09 | 16,01 | 27,55 | 25,28 | 3,95  | 0,14  |
| styreen (S)                | 3,56  | 0,28  | 3,76  | 2,66  | 0,12  | <0,10 |
| som BTEX(S)                | 64,16 | 31,02 | 67,96 | 66,08 | 10,00 | <0,54 |
| dicyclopentadiën           | 1,00  | 1,30  | 1,56  | 0,89  | 0,58  | <0,10 |





|                   |       |       |       |       |       |       |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| indeen            | 2,83  | 0,82  | 7,05  | 2,94  | 0,87  | 0,40  |
| fenol             | <0,10 | 0,14  | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| naftaleen         | 1,17  | 9,65  | 0,83  | 2,80  | 12,19 | 16,88 |
| thionafteen       | <0,10 | 0,20  | <0,10 | 0,10  | 0,41  | 0,97  |
| 2-methylnaftaleen | 0,26  | 1,30  | 0,17  | 0,67  | 2,82  | 5,62  |
| 1-methylnaftaleen | 0,15  | 0,60  | 0,10  | 0,32  | 1,37  | 2,76  |
| acenaftaleen/ylen | 0,30  | 0,71  | <0,10 | 0,39  | 3,00  | 5,79  |
| dibenzofuran      | 0,23  | 0,55  | <0,10 | 0,26  | 1,97  | 4,22  |
| fluoreen          | 0,33  | 0,78  | <0,10 | 0,33  | 2,70  | 4,09  |
| fenantreen        | 1,16  | 0,78  | 0,11  | 0,82  | 7,08  | 9,08  |
| antraceen         | 0,30  | 0,78  | <0,10 | 0,26  | 0,89  | 0,78  |
| fluoranteen       | 0,83  | 0,66  | <0,10 | 0,36  | 2,83  | 2,56  |
| pyreen            | 0,63  | 0,40  | <0,10 | 0,26  | 1,57  | 1,58  |
| chryseen          | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | 0,30  | 0,19  |
| overige *         | 26,57 | 45,13 | 20,75 | 22,43 | 50,57 | 44,84 |

\*: alle niet geïdentificeerde verbindingen (C9 en hoger) + alle niet chromatografeerbare verbindingen

De olielagen van peilbuizen D9, D24 en D25 blijken BTX-achtige verontreinigingen te zijn met een redelijk hoog teergehalte. De olielagen van peilbuizen D26 en SB17 zijn teerolieachtige (creosootachtige) verontreinigingen waarbij D26 iets meer BTX bevat. De drijflaag van peilbuis D23 kan worden beschouwd als een mengsel van BTX en teerolie.

De dichtheid van de verschillende stalen werd bepaald, de resultaten hiervan vindt men in onderstaande tabel 10.3.

Tabel 10.3 Dichtheid van de olielagen

| staal | dichtheid bij 15°C in kg/l<br>(ASTM D 4052) |
|-------|---|
| D9    | 0,9418                                      |
| D23   | 0,9715                                      |
| D24   | 0,9070                                      |
| D25   | 0,9272                                      |
| D26   | 1,0394*                                     |
| SB17  | 1,0740*                                     |

\*: zinklagen

Voor monster D23 (mengmonster BTX-creosootachtige) werden de volgende parameters bepaald:

- distillatie bij 760 mm Hg (ASTM D 86) residu, % volume = 20



- watergehalte (ASTM D4377) = 0,50 %

Het residu bestaat waarschijnlijk uit harsachtige (bitumenachtige) verbindingen.

Het watergehalte in de drijflaag is verwaarloosbaar om correctie toe te passen op de samenstelling.

### 10.3 Verband tussen drijflaagdikte in de peilbuis en het reservoir

Noch het waterpeil in de peilbuis noch de top van de drijflaag in de peilbuis geven de werkelijke stand van de grondwatertafel in het reservoir of de dikte van de drijflaag.

Indien geen gegevens beschikbaar zijn omtrent het precies volume van een lek of contaminatie kan men deze benaderen aan de hand van de gemeten dikte van de drijflaag in peilbuizen. De interpretatie van deze metingen wordt evenwel bemoeilijkt doordat de verhouding tussen het volume LNAPL's per oppervlakte eenheid in het reservoir (boven de grondwatertafel) en de dikte van de LNAPL's in de peilbuis sterk afhankelijk is van de capillaire eigenschappen van het reservoir (oa. bepaald door de bodemkenmerken) en van de kenmerken van de LNAPL.

Het specifiek volume LNAPL, dit is de werkelijke hoeveelheid LNAPL's in reservoir per oppervlakte eenheid, is steeds kleiner dan de drijflaagdikte in de peilbuis. In de literatuur wordt een waarde van 1/4 tot 1/7 gegeven voor de verhouding van de dikte van de drijflaag in het sediment tot de drijflaagdikte in de peilbuis; dit is een zeer ruwe benadering.

Het specifiek volume LNAPL's in het reservoir kan benaderd worden uitgaande van de bodem- en LNAPL's kenmerken en aan de hand van de peilbuisgegevens. Uit de bodemkenmerken (oa. de korrelverdeling) kan men de van Genuchten of de Brooks-Corey parameters bepalen. Deze bepalen voor een specifieke LNAPL's of voor een LNAPL-mengsel de relatie tussen de drijflaagdikte in de peilbuis en het specifiek volume LNAPL's in het reservoir. Figuur 10.2 geeft het verband tussen de gemeten drijflaagdikte in de peilbuis en de LNAPL's reductiefactor (verhouding tussen het specifiek volume in het reservoir en de drijflaagdikte in de peilbuis) voor een tweetal bodemtypen.. Uit de figuur blijkt enerzijds de belangrijke invloed van het bodemtype en anderzijds de invloed van de drijflaagdikte in de peilbuis.

Aan de hand van de gegevens over dichtheid en samenstelling van de drijflaag in de peilbuis, de bodemkenmerken van de ondiepe watervoerende laag en de gemeten drijflaagdikte werd het specifiek volume LNAPL's berekend voor de putten D23, D24 en D25. Deze berekening kon niet gebeuren voor D9 (prop in peilbuis) omdat daar geen gegevens gekend zijn omtrent de dikte van de drijflaag. Figuren 10.3, 10.4 en 10.5 geven de saturatie aan water, lucht en LNAPL's in het reservoir in functie van de hoogte boven de grondwatertafel, voor de drie D-putten, berekend op basis van de drijflaagdikte in de peilbuis. De figuren geven eveneens de belangrijkste invoerparameters zoals de van Genuchten bodemparameters, de densiteit van het drijflaagstaal, de porositeit en de schaal parameters "capillary pressure curve scaling factor"; deze laatsten worden ingeschat aan de hand van de oppervlaktespanningen (van water en van



het LNAPL-mengsel) en de interfasedruk (tussen het water en het LNAPL-mengsel). Uit de berekeningen blijkt een maximale saturatie van ca. 42 % voor D23, van ca. 82 % voor D24 en van ca. 60 % voor D25 en een specifiek volume LNAPL's van respectievelijk  $12,53 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$ ,  $66,73 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$  en  $13,08 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$ . Dit stemt overeen met een kolom van respectievelijk 12,53 cm, 66,73 cm en 13,08 cm LNAPL. De methode houdt geen rekening met het infiltreren van LNAPL's vanaf het maaiveld; dit blijkt oa. uit het feit dat er geen residuele LNAPL's saturatie tussen maaiveld en drijflaag is in de figuren 10.3 tot 10.5. Dit komt omdat de methode de equivalente hoeveelheid LNAPL's in de bodem berekent uitgaande van een drijflaagdikte in de peilbuis.

Aan de hand van de ingeschatte uitbreiding van de gecontamineerde zone en het specifieke volume aan LNAPL's ter hoogte van D23, D24 en D25 werd de totale hoeveelheid LNAPL's in de drijflaagzone berekend. De uitbreidingszone werd ingedeeld in een drietal deelzones, elk met een peilbuis (D23, D24 en D25). Voor elke deelzone heeft het produkt van het specifiek volume LNAPL en de oppervlakte het volume aan LNAPL in de deelzone. De som over de drie deelzones geeft de totale hoeveelheid LNAPL in de drijflaagzone, zijnde  $3300 \text{ m}^3$  of  $3,3 \cdot 10^6$  liter. Hiervan is een deel als residueel LNAPL-saturatie in het reservoir aanwezig. De residuele LNAPL-saturatie kan een belangrijke fractie uitmaken van de totale LNAPL's hoeveelheid in het reservoir en kan niet verwijderd worden door middel van pompings.

Een betere inschatting van het volume aan LNAPL's vereist een fijnere afbakening van de drijflaagzone, vooral in de richting van D3, D4 en D11 en bijkomende informatie omtrent de dikte van de drijflaag (oa. van D9 en eventueel bijkomende D-putten).

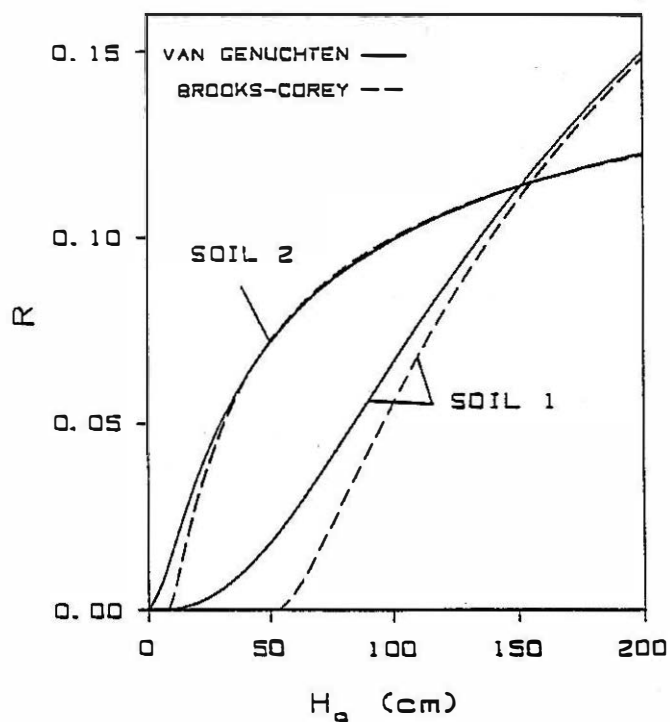
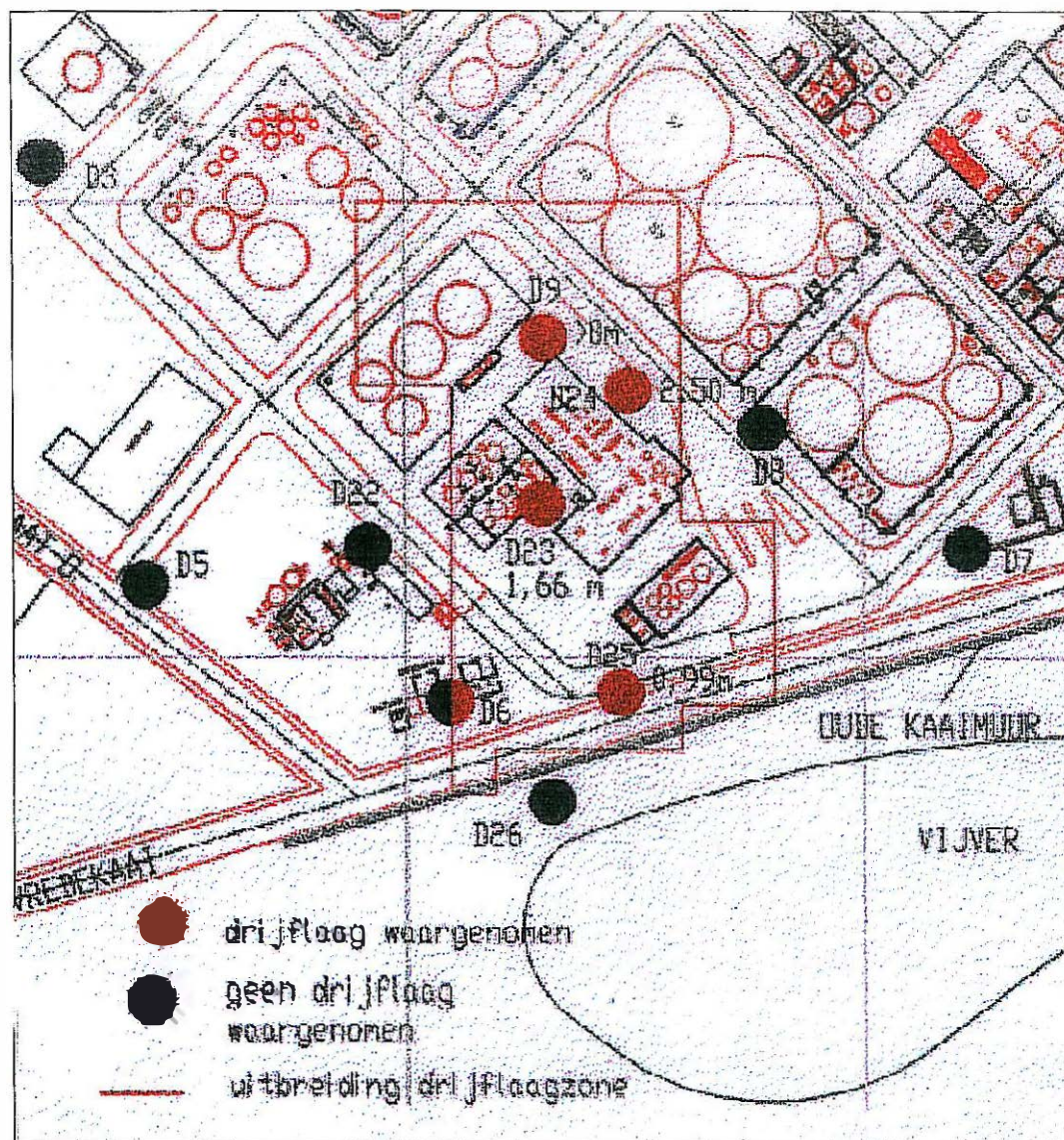


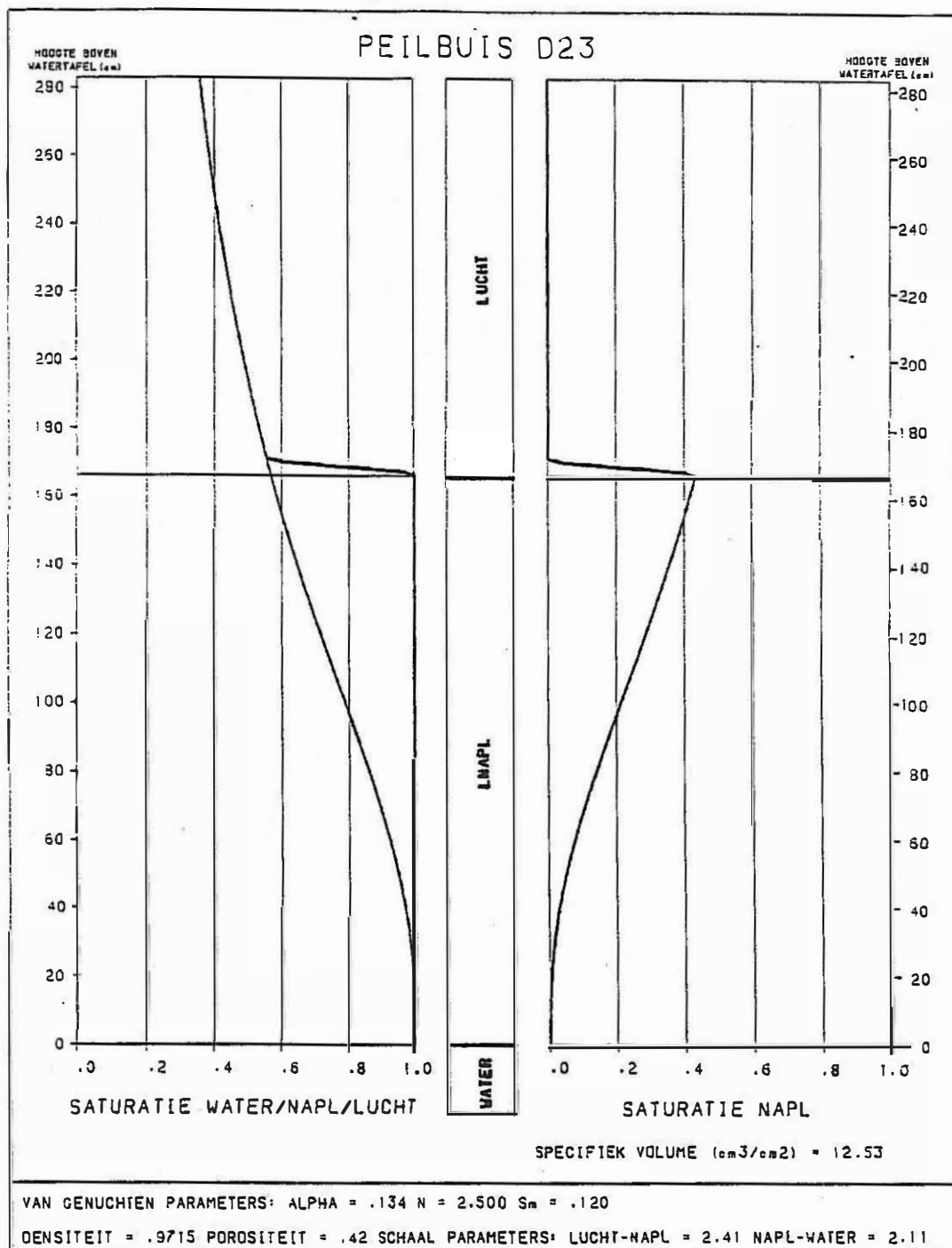
Fig. 5. Relationship between the total LNAPL reduction factor,  $R$ , as determined via the van Genuchten and Brooks-Corey models and LNAPL thickness in observation wells,  $H_o$ , for quasi-static fluid distributions.

Figuur 10.1 verband tussen drijflaagdikte in de peilbuis en in het reservoir (reductiefactor) - invloed bodemtype en drijflaagdikte in de peilbuis.

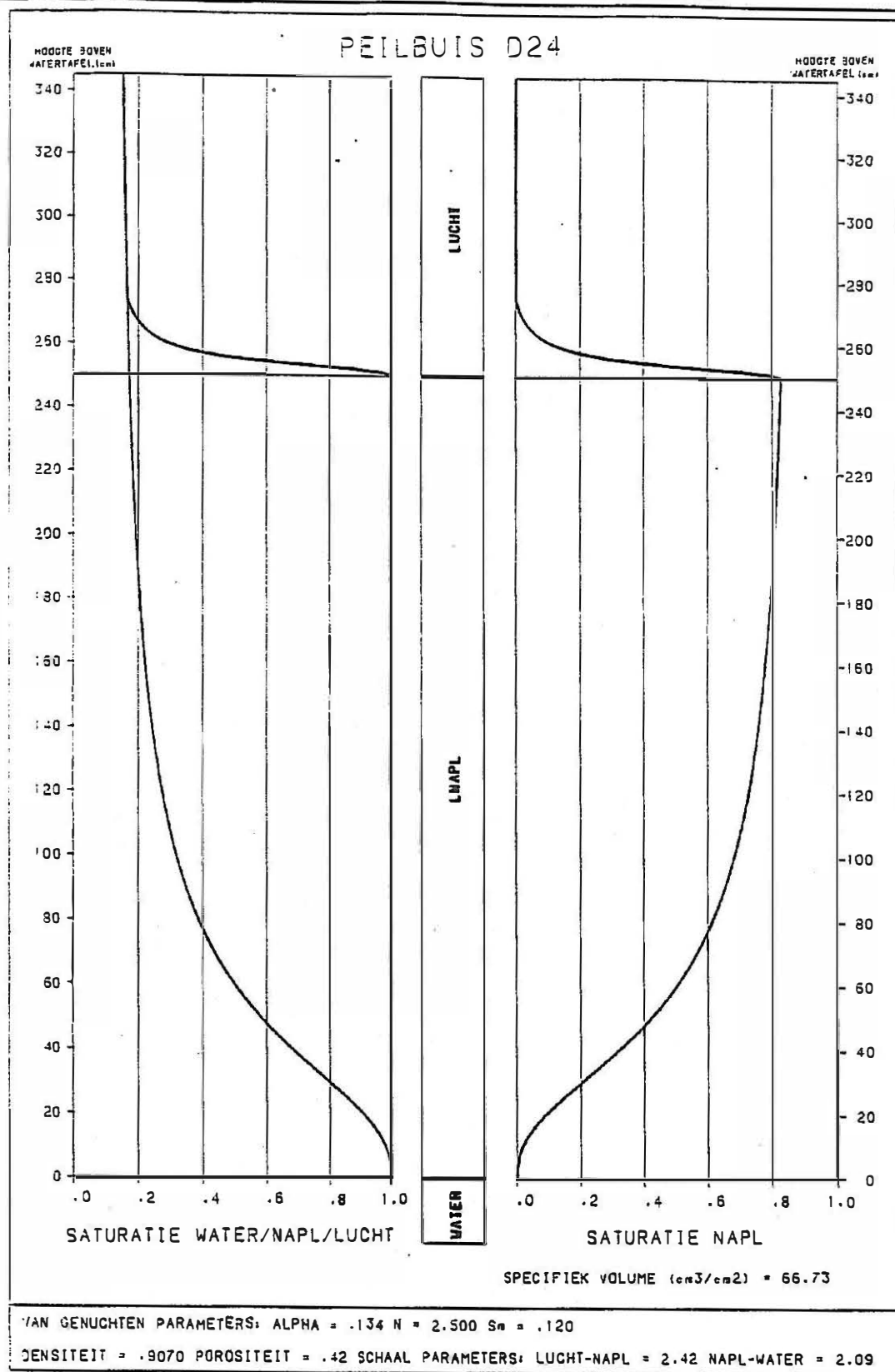




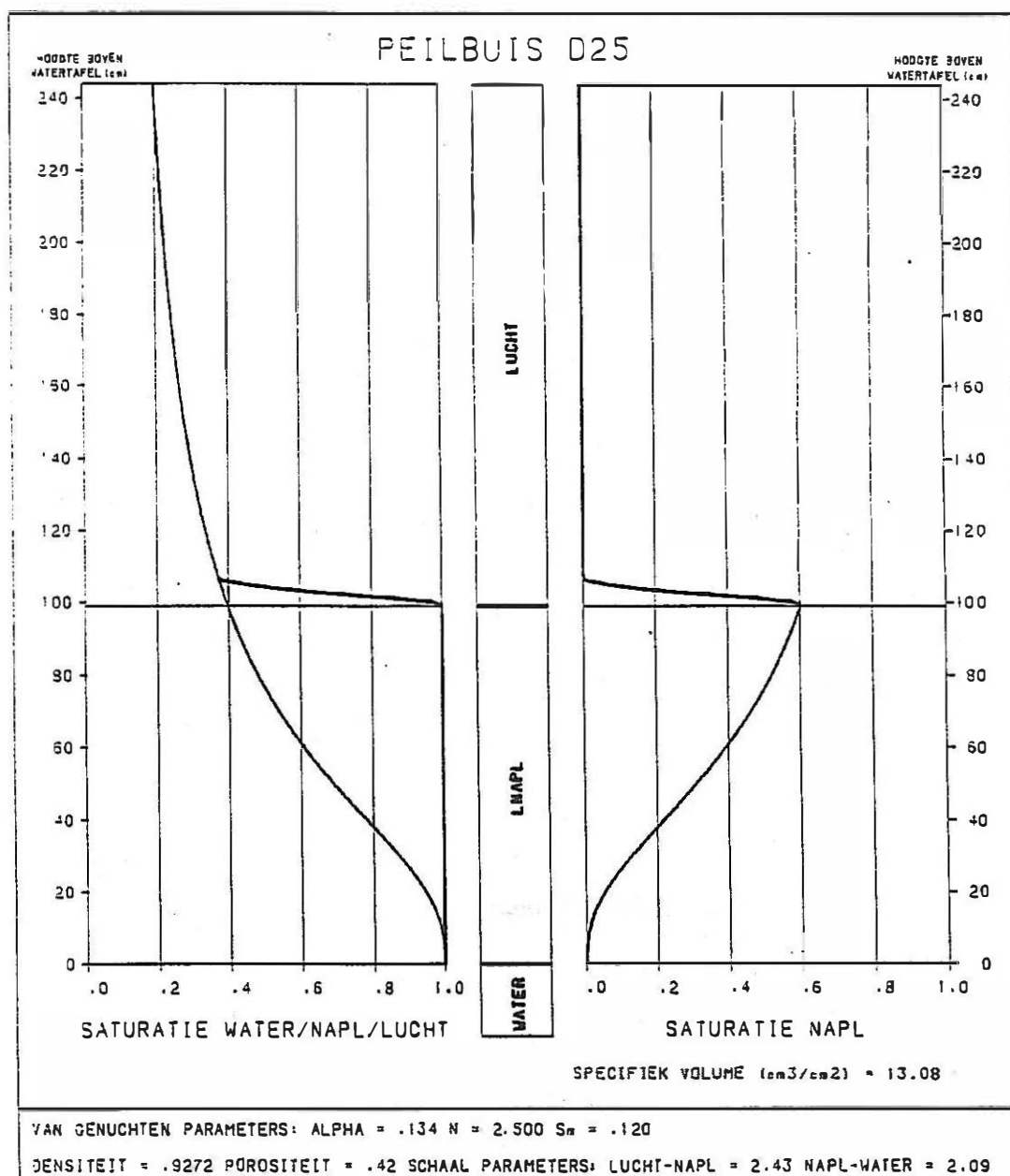
Figuur 10.2    Uitbreiding van de drijfslagzone



Figuur 10.3 Water, lucht en LNAPL verzadiging in functie van de diepte ter hoogte van D23



Figuur 10.4 Water, lucht en LNAPL verzadiging in functie van de diepte ter hoogte van D24



Figuur 10.5 Water, lucht en LNAPL verzadiging in functie van de diepte ter hoogte van D25





## 11 ERNST VAN DE BODEM EN GRONDWATERVERONTREINIGING

Uit de studie blijkt dat de bodem- en het grondwater in het kwartair grondwaterreservoir ter hoogte van het bedrijfsterrein van de n.v. VtT te Zelzate verontreinigd is.

De bodem- en grondwaterverontreiniging werd, gelet op de bedrijfsactiviteiten, hoofdzakelijk gekarakteriseerd aan de hand van een aantal organische stoffen: het betreft de fenolen, de BTEX(S) en enkele PAK's.

De fenolen hebben een zeer grote affiniteit voor water (zij gaan snel in oplossing), zij worden in mindere mate geadsorbeerd aan de bodemdeeltjes en komen nagenoeg niet voor in de dampfractie. Zij zijn vooral karakteriserend voor de grondwaterverontreiniging.

De BTEX(S) hebben een relatief geringe dichtheid en een relatief grote oplosbaarheid; men treft ze zowel in de dampfractie (gas in bodemholtes), in de waterfractie (als oplossing), in de bodemfractie (adsorptie aan bodemdeeltjes) of als drijfslaag aan. Van de BTEX(S)-groep heeft benzeen de grootste affiniteit voor de waterfractie. Ethylbenzeen is degene met de grootste affiniteit voor de bodemfractie. Van deze groep van stoffen wordt benzeen als carcinogeen beschouwd.

De PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen) vertonen een zeer grote affiniteit voor de bodemfractie, in het compartiment lucht worden zij nagenoeg niet aangetroffen, in het water slechts in geringe mate (geringe oplosbaarheid). De aanwezigheid van geringe hoeveelheden PAK's in de grondwaterstalen duidt op een belangrijke initiële bodemverontreiniging. Zij kunnen, door hun relatief grote dichtheid (de meeste zijn zwaarder dan water), onder de vorm van zinklagen (DNAPL) in het reservoir voorkomen.

Naast de genoemde verontreinigingcomponenten werden in het studiegebied tevens diverse andere koolwaterstofverbindingen, kalkslib (fenolneutralisatie) en koolteer (harde peklogen) waargenomen.

Op basis van de waarnemingen (bodem- en grondwaterverontreiniging) kan men schematisch in het studiegebied 5 zones onderscheiden. Deze zijn:

- het bedrijfsterrein en de Vredekaai ten westen van de oude kaaimuur met:
  - bodemverontreiniging
  - grondwaterverontreiniging (KZ2 en KZ1)
  - LNAPL's en DNAPL's (zones met drijf- en/of zinklagen)
- de parkzone ten oosten van de oude kaaimuur tot aan de visvijver met:
  - DNAPL's
  - grondwaterverontreiniging (KZ2 en KZ1)
- de visvijver met:
  - mogelijke oppervlaktewater- en waterbodemverontreiniging
  - grondwaterverontreiniging (KZ1)
- de zone ten oosten van de visvijver tot ? m met:



grondwaterverontreiniging (KZ1)

- de polders en de bebouwde zone ten zuiden van het bedrijfsterrein met geen meetbare verontreiniging.

***binnen het bedrijfsterrein:***

De bodemanalysen (oa. BMI stalen en LTGH stalen 1995) geven aan dat in vele bodemstalen, naast de koolwaterstofverbindingen opgenomen in het VLAREBO, talrijke andere koolwaterstofverbindingen in relatief hoge concentraties voorkomen. Men kan stellen dat:

- de bodem sterk verontreinigd is ter hoogte van het bedrijfsterrein; de VLAREBO saneringsnorm wordt op diverse plaatsen door meerdere parameters overschreden;
- dat het landgebruik in de verontreinigde zone beperkt blijft tot de activiteiten geassocieerd aan een industrieterrein;
- de achtergrondwaarden voor de meeste zware metalen worden overschreden, enkel voor koper wordt de saneringsnorm in één staal overschreden;

Voor de grondwaterverontreiniging werd gesteund op de VLAREBO saneringsnormen. Binnen het bedrijfsterrein wordt de VLAREBO saneringsnorm op een aantal plaatsen sterk overschreden (oa. BTEX en PAK's). Direct gebruik van het grondwater komt niet voor maar men dient rekening te houden met een relatief ondiepe grondwatertafel en de aanwezigheid van drijf- en zinklagen. De oplossing van verontreinigende bestanddelen uit de bodem en/of uit de drijf- en zinklagen vormt een continue bron van contaminanten voor het grondwaterreservoir. Via het grondwater breidt de verontreiniging zich verticaal en horizontaal verder uit tot buiten het bedrijfsterrein.

***buiten het bedrijfsterrein:***

In de zone tussen de oude kaaimuur en de visvijver heeft men een grondwaterverontreiniging van de ondiepe en van de diepe watervoerende laag en een verontreiniging door zinklagen. Het bodemgebruik beperkt er zich tot aanplantingen (park), de zone wordt gebruikt voor recreatie. Het grondwater wordt er niet benut; de grondwaterstroming in de KZ2 is gericht in de richting van de vijver die als grens fungeert. In de KZ1 is de grondwaterstroming eveneens in oostelijke richting doch de visvijver vormt hier geen grens. De grondwaterverontreiniging vormt er geen direct gevaar doch men kan stellen dat er een mogelijke beïnvloeding is van de vegetatie.

Het water van de visvijver en de waterbodem kan verontreinigd zijn; het voorkomen van een zinklaag in de visvijver is niet uitgesloten. Op en rondom de vijver komen diverse vogelsoorten voor (oa. eend, gans, zwaan), in de vijver komt vis voor.

In de zone ten oosten van de vijver zijn slechts op 2 plaatsen peilputten beschikbaar; uit de waarnemingen blijkt dat de diepe watervoerende laag verontreinigd is; de ondiepe is er schijnbaar niet verontreinigd; er is geen bodemverontreiniging. De precieze uitbreiding van de verontreinigde zone is niet gekend doch in SB10F1 werd een verhoogde benzeenconcentratie waargenomen. Waarschijnlijk strekt de verontreinigingspluim zich uit in noord-noordoostelijke richting vanaf het bedrijfsterrein tot een zekere afstand in de polderzone. Het



grondwaterstromingspatroon (oa. invloed vijver), de oude kaaimuur (vermoedelijke grens voor drijfslagen) en het grover karakter van de KZ1 (grotere horizontale doorlatendheid in KZ1 dan in KZ2) liggen aan de basis van de verdere uitbreiding van de grondwaterverontreiniging in de KZ1 dan in de KZ2. De grondwaterverontreiniging stelt geen direct gevaar zolang het grondwater van de KZ1 niet wordt benut (oppompen van grondwater uit filterputten, ...).



## 12 SAMENVATTING EN BESLUIT

In het bestek van deze studie werd de bouw van het kwartaire grondwaterreservoir, de grondwaterstroming, en de bodem- en grondwaterverontreiniging in de omgeving van het bedrijfsterrein van de n.v. Vft te Zelzate onderzocht.

Uit de boorgegevens werd de hydrogeologische bouw afgeleid. Van boven naar onder onderscheidt men ter hoogte van het bedrijfsterrein:

- de aangevulde gronden: heterogene samenstelling (puin, keien, ...), gem. vanaf het maaiveld tot het peil 5,45 of ca. 1 m dik;
- de laag KZ2: hoofdzakelijk fijn zand; gem. vanaf het maaiveld of 5,45 tot -2,24 of ca. 7,7 m dik;
- de laag KL: hoofdzakelijk lemig, gem. vanaf -2,24 tot -9,1 of ca. 6,9 m dik;
- de laag KZ1: hoofdzakelijk middelmatig zand, gem. vanaf -9,1 tot -14,7 of ca. 5,6 m dik;
- de laag s3: fijn zand met lenzen van klei en zandhoudende klei, gem. vanaf -14,7 tot -16,67 of ca. 2 m dik;
- de laag a3: half stijve tot stijve klei met lenzen zandhoudende klei en kleihoudend zand, gem. vanaf -16,67, minstens 5 m dik.

De lagen KZ2, KZ1, s3 en a3 komen steeds voor; de aangevulde gronden en de laag KL kunnen ontbreken.

De aangevulde gronden en de laag KZ2 vormen samen één watervoerende laag, de zgn. ondiepe of KZ2 watervoerende laag met een dikte van ca. 10 m. De laag KZ1 en de laag s3 vormen samen één watervoerende laag, de zgn. diepe of KZ1 watervoerende laag met een dikte van ca. 9 m. Beide watervoerende lagen worden van elkaar gescheiden door een slecht-doorlatende leemlaag (KL); deze kan plaatselijk ontbreken.

In beide watervoerende lagen werden peilbuizen geplaatst; de SB..F1-putten werden uitgebouwd in de diepe watervoerende laag, de SB..F2 en de D-putten in de ondiepe watervoerende laag respectievelijk aan de basis en aan de top van de watervoerende KZ2-laag.

De grondwaterstand in de peilbuizen werd maandelijks opgemeten; de grondwaterstroming werd afgeleid uit de grondwaterstandsmetingen en uit de oppervlaktewaterpeilen. In de diepe watervoerende laag is de grondwaterstroming hoofdzakelijk gericht in de richting van het Kanaal Gent-Terneuzen; daarnaast komt een noord en een noord-oostelijke stromingscomponent (richting vijver, polders) voor. De metingen wijzen erop dat er geen stroming is vanuit het bedrijfsterrein in zuidelijke richting (naar het centrum van Zelzate toe). De grondwaterstroming in de ondiepe watervoerende laag is gelijkaardig. In verticale zin is de grondwaterstroming hoofdzakelijk neerwaarts vanuit KZ2 naar KZ1 gericht; nabij de vijver is er een opwaartse stroming (SB17).

De bodemverontreiniging werd nagegaan aan de hand van een tweetal meetcampagnes. In de





eerste, uitgevoerd in 1993 in opdracht van het Bestuur Milieu Inspectie (BMI) werden op 15 plaatsen op vier verschillende dieptes bodemstalen genomen en onderzocht op een breed gamma van parameters (oa. zware metalen, organische componenten, apolaire koolwaterstoffen, fenolen, BTEX(S) en PAK's). In de tweede, uitgevoerd door het LTGH in 1995 in opdracht van de n.v. Vft, werden op 26 plaatsen op verschillende dieptes bodemstalen genomen en onderzocht op BTEX, fenolen en PAK.

Uit de zintuigelijke waarnemingen tijdens de uitvoering van de boringen en uit de analyse van een aantal bodemstalen bleek dat de bodem verontreinigd is door:

- koolwaterstofverbindingen; welke de diverse verontreinigingscomponenten zijn en welke de omvang en de historie zijn van de verontreiniging is niet volledig gekend; de verontreiniging situeert zich zowel in de bodem als in het grondwater;
- de aanwezigheid van harde peklogen (koolteer) in de ondiepe ondergrond over een belangrijk deel van het bedrijfsterrein; de zones hebben een heterogene uitbreiding; men mag aannemen dat zij nagenoeg overal binnen het bedrijfsterrein kunnen voorkomen; buiten het bedrijfsterrein komen zij niet voor;
- de aanwezigheid van relatief belangrijke volumes kalkslib; een restprodukt van de fenolneutralisatie;
- een drijfslagzone gesitueerd in de zone tussen de boorplaatsen D9, D8, D6 en de oude kaaimuur; in deze zone werd tevens een zinklaag vastgesteld;
- een geringe verhoging van het gehalte aan zware metalen.

De bodemverontreiniging werd gelet op de vroegere en huidige bedrijfsactiviteiten vooral gekarakteriseerd aan de hand van een aantal PAK's, BTEX(S) en fenolen. De VLAREBO saneringsnorm wordt overschreden op talrijke plaatsen binnen het bedrijfsterrein voor zowel de BTX-en als de PAK's. Op talrijke plaatsen wordt een sterk verhoogde fenolindex gemeten. De PAK verontreiniging is gezien de geringe vluchtigheid en oplosbaarheid enigszins minder risico houdend. Enkel voor benzo(a)pyreen, chryseen en fluoranteen overschrijdt de opname de dagelijks toegelaten dosis. De PAK's en BTEX(S) werden gebruikt als karakteriserende parameters, men moet er evenwel rekening mee houden dat de bodem tevens verontreinigd is door andere koolwaterstofverbindingen (zie bodemmonsters BMI). Uit de studie blijkt dat de bodemverontreiniging zich grotendeels beperkt tot het eigenlijke bedrijfsterrein, hierbinnen wordt de achtergrondwaarde over het grootste deel van de oppervlakte overschreden door één of meerdere parameters. De concentratieverdeling van PAK's en BTX-en in de bodemstalen wijzen naast een algemene verontreiniging over gans het bedrijfsterrein op twee belangrijke verontreinigingshaarden. De éérste ligt in het zuiden van het bedrijfsterrein ter hoogte van D9, de tweede ligt meer noordelijk ter hoogte van D18.

De evaluatie van de bodem- en grondwaterverontreiniging werd bemoeilijkt door het ontbreken van precieze informatie omtrent vroegere calamiteiten. De aanwezigheid van vaste pekresten in de bodemstalen kan van invloed zijn op de analyseresultaten.

De grondwaterverontreiniging werd geëvalueerd aan de hand van dezelfde reeks van parameters (BTX-en, PAK's en fenolindex).



In de diepe watervoerende laag (KZ1 en s3) worden verhoogde waarden gemeten, tot boven de VLAREBO saneringsnorm. De zone waarin verhoogde waarden gemeten worden beslaat het grootste deel van het bedrijfsterrein en strekt zich verder uit in noord- en oostelijke richting tot voorbij SB10 (in SB10F1 wordt de VLAREBO saneringsnorm voor benzeen nog overschreden). Een precieze afbakening van de verontreinigingspluim is niet mogelijk door het gering aantal meetpunten buiten het bedrijfsterrein. De sterkste verontreiniging werd gemeten op het bedrijfsterrein en in de buurt van de visvijver (SB17 en 18). De hoogst gemeten fenolindex bedraagt 2100 mg/l; voor benzeen bedroeg de hoogst gemeten concentratie 78000 µg/l, voor ethylbenzeen 440 µg/l, voor toluen 1800 µg/l, voor xylenen 1900 en voor styreen 130 µg/l. Niettegenstaande de geringe oplosbaarheid van de meeste PAK's en het voorkomen van een slecht-doorlatende laag (KL-laag) aan de top van de diepe watervoerende laag (KZ1-laag) werden hier eveneens verhoogde PAK waarden gemeten. De sterkste PAK verontreiniging (hoogst waargenomen waarden) situeert zich ten westen van de vijver. Ter hoogte van SB18 overschrijden bijna alle onderzochte PAK's de VLAREBO-saneringsnorm; ter hoogte van SB5 en SB12 wordt de VLAREBO saneringsnorm overschreden door naftaleen, fenantreen en fluoranteen; ter hoogte van SB9 overschrijdt fluoranteen de saneringsnorm. Ten oosten van de vijver is de PAK verontreiniging zeer gering: slechts voor een paar verbindingen wordt de achtergrondwaarde overschreden.

In de ondiepe watervoerende laag werd de sterkste fenolverontreiniging waargenomen ter hoogte van SB13 (190 mg/l). In het noorden en in het zuiden van het bedrijfsterrein en ten oosten van de vijver wordt geen fenolverontreiniging gemeten. Voor wat betreft BTEX(S) wordt de VLAREBO saneringsnorm overschreden voor benzeen in de SB-putten 1, 2, 7, 8, 13, 14, 17 en 18 en in de D-putten 2, 3, 7, 8, 11, 13, 14, 15, 18 en 26. In SB2, SB13, SB17 en SB18 en in D8 en D26 wordt de VLAREBO saneringsnorm voor de meeste overige BTEX-en overschreden. Voor de SB-putten, met een filter aan de basis van de watervoerende laag, is de hoogste BTEX(S)-verontreiniging waargenomen in SB2; de concentratie bedraagt er respectievelijk 83000 µg/l voor benzeen, 45000 µg/l voor toluen, 5000 µg/l voor ethylbenzeen, 33000 µg/l voor xylenen en 1300 µg/l voor styreen. Voor de D-putten, met een filter aan de top van de watervoerende laag, is de hoogste BTEX(S)-verontreiniging waargenomen in D26; de concentratie bedraagt er respectievelijk 260000 µg/l voor benzeen, 88000 µg/l voor toluen, 5200 µg/l voor ethylbenzeen, 35000 µg/l voor xylenen en 1100 µg/l voor styreen. In de omgeving van de vijver en op een aantal plaatsen binnen het bedrijfsterrein worden de VLAREBO saneringsnormen voor een aantal PAK's overschreden. De verontreiniging van de ondiepe watervoerende laag beperkt zich tot het bedrijfsterrein en de zone ten westen van de vijver.

Uit de metingen van de D-putten blijkt de aanwezigheid van een drijfslag ter hoogte van D9, D23, D24 en D25. De drijfslagzone strekt zich in oostelijke richting. Uit de waarnemingen in peilbuizen D25 en D26 kan men afleiden dat de restanten van de vroegere kaaimuur (enkel de breuksteen is verwijderd) de migratie van de drijfslag in oostelijke richting beperken. Het is evenwel mogelijk dat de oude kaaimuur geen absolute barriere vormt voor de uitbreiding van de drijfslag. Tot op heden werd evenwel geen drijfslag waargenomen ten oosten van de kaaimuur (peilbuis D26); in peilbuis D25 die enkele meters ten westen van de oude kaaimuur



ligt werd daarentegen een drijfslaag van ca. 1 m dikte waargenomen. De oppervlakte van de drijfslaagzone werd geraamd op ca. 7700 m<sup>2</sup>. De samenstelling werd bepaald aan de hand van monsters uit de peilbuizen. Hieruit bleek dat de drijfslaag van peilbuizen D9, D24 en D25 voor ca. 65% bestaan uit BTEX(S); de olielaag in peilbuis D23 bestaat uit een mengsel van BTEX(S)- en creosootachtige verbindingen. Aan de hand van de bodemeigenschappen van de KZ2, de drijfslaagdikte in de peilbuizen en de uitbreiding van de drijfslaagzone werd de totale hoeveelheid LNAPL's in de drijfslaagzone geraamd op ca. 3300 m<sup>3</sup>.

Algemeen kan men stellen dat de bodem verontreinigd is ter hoogte van het bedrijfsterrein, de grondwaterverontreiniging in de ondiepe watervoerende laag beperkt zich tot het bedrijfsterrein en de zone tussen de vijver en het bedrijfsterrein. De grondwaterverontreiniging in de diepe watervoerende laag sterkt zich uit over het bedrijfsterrein, de omgeving van de vijver en de zone ten oosten en noordoosten van de vijver. Binnen het bedrijfsterrein en grenzend aan de oude kaaimuur werd de aanwezigheid van een drijfslaag vastgesteld, voor ca. 65% bestaande uit BTEX(S). Op enkele plaatsen werd een zinklaag waargenomen.

De verontreiniging door PAK's situeert zich hoofdzakelijk in de bodem, het grondwaterreservoir is in mindere mate verontreinigd door PAK's (nog steeds boven de saneringsnorm). Op een aantal plaatsen werd een zinklaag waargenomen (oa. bestaande uit PAK's). De BTEX(S)-verontreiniging manifesteert zich in de bodem, het grondwater en onder de vorm van een drijfslaag. Verspreid over het bedrijfsterrein komen pekresten (koolteer) en kalkslib (afkomstig van de fenolrecuperatie) in de ondiepe bodem voor. De fenolverontreiniging situeert zich hoofdzakelijk in het grondwater maar ook in de bodem.

Zowel voor de bodemstalen als voor de grondwaterstalen geldt dat de staalnamemethode, de staalbehandeling en de plaats waar het staal werd genomen (diepte bodemstaal, diepte en lengte filter, inplanting filterput, ...) een invloed hebben op de resultaten. De huidige infrastructuur binnen het bedrijfsterrein maakt dat het centraal en zuidelijk gedeelte van het terrein, dit is de zone met de ergste bodemverontreiniging, nagenoeg volledig bedekt is, ofwel door een verharding (betonlaag aan het maaiveld of oude fundering bedekt door opgevoerde keien) ofwel door bebouwingen of installaties. Enkel in het noorden en in het zuidwesten liggen er brake terreinen.

De bodem- en grondwaterverontreiniging op en rondom het bedrijfsterrein van de n.v. VtT te Zelzate werd in een aantal onderzoekscampagnes tussen 1991 en 1996 nagegaan. Het grootste deel van de gegevens dateert van voor oktober 1995. De aard, graad en uitbreiding van de bodem- en grondwaterverontreiniging (zowel voor de diepe als voor de ondiepe watervoerende laag) wijst op een verontreiniging die reeds ruime tijd aan de gang is. De bodem- en grondwaterverontreiniging moet in het bestek van het VLAREBO als historische verontreiniging aanzien worden.